

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR
Casilla 1020, Valparaíso, Chile**

INFORME FINAL

**Alternativas de carnada en la pesquería de langosta de Juan
Fernández (*Jasus frontalis*), para disminuir el impacto sobre
especies ícticas del archipiélago**

FIP 2009-31

Valparaíso, marzo de 2012



TITULO DEL PROYECTO	:	“Alternativas de carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández (<i>Jasus frontalis</i>), para disminuir el impacto sobre especies ícticas del archipiélago”
REQUIRENTE	:	Consejo del Fondo de Investigación Pesquera Proyecto FIP N°2009-31
CONTRAPARTE	:	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Recursos Naturales
UNIDAD EJECUTORA	:	Escuela de Ciencias del Mar Av. Altamirano 1480 Casilla 1020 Valparaíso
JEFE DE PROYECTO	:	Dante Queirolo P. Fono: 32- 2274264 / dante.queirolo@ucv.cl
JEFE DE PROYECTO ALTERNO	:	Mauricio Ahumada E. Fono: 32- 2274264 / mauricio.ahumada@ucv.cl

EQUIPO DE TRABAJO

INVESTIGADOR	FUNCIÓN - INSTITUCIÓN
Dante Queirolo P.	Jefe de Proyecto. Coordinación del proyecto. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
Mauricio Ahumada E.	Jefe de Proyecto Alterno. Coordinación del proyecto, confección de informes y análisis de capturas. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
Guido Plaza P.	Análisis de crecimiento y reproductivos. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
Jorge Saavedra T.	Formulación de carnada alternativa. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
Patricio Arana E.	Aspectos operacionales pesca de langosta. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)

CO-INVESTIGADORES COLABORADORES	FUNCIÓN-INSTITUCIÓN
Roberto Escobar H.	Coordinación operativa muestreos Juan Fernández y aspectos operacionales pesca de langosta. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
José Merino D.	Revisión bibliográfica, confección fichas de reconocimiento de peces. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
Erick Gaete A.	Caracterización tecnológica de aparejos de pesca. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
Magdalena Vivanco O.	Formulación de carnada alternativa. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
René Ruby F.	Formulación de carnada alternativa. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
Ivonne Montenegro B.	Análisis de tallas de especies de peces. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
Luis Casassus C.	Muestreos en Juan Fernández Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
Víctor Zamora A.	Coordinación operativa muestreos Juan Fernández y aspectos operacionales pesca de langosta. Pont. Pont. Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos quienes hicieron posible la realización de la presente investigación, en particular, a toda la comunidad de Juan Fernández y a los pescadores de Robinson Crusoe. Nuestro reconocimiento a la colaboración, buena disposición e invaluable ayuda de los Sres. Pedro Chamorro M., Luis LLanquín R., Luis LLanquín A., Mario LLanquín A., Sandro Gonzalez C., Aldo Recabarren L., Marcelo Rossi E. (STIPA), de la Srta. Alessandra Contreras R. y del personal de la Capitanía de Puerto de Robinson Crusoe. Igualmente, hacen extensivo el reconocimiento al trabajo realizado por el Ing. Pesquero Sr. Roberto Escobar H. como responsable en terreno de la investigación, de los Sres. Luis Casassus S. y Francisco Gallardo P. en las tareas de recolección de datos y al Sr. Alejandro Karstegl (SUBPESCA) por su interés en mejorar el conocimiento de la actividad pesquera insular y por su respaldo al presente proyecto.

Referencia del documento:

Queirolo, D., M. Ahumada, G. Plaza, J. Saavedra, P. Arana, R. Escobar, J. Merino, E. Gaete, M. Vivanco & R. Ruby. 2011. Alternativas de carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), para disminuir el impacto sobre especies ícticas del archipiélago (Proyecto FIP N°2009-31). Informe Final. Estud. Doc, Pont. Univ. Católica Valparaíso, 08/2011: 287 pp.

Distribución de ejemplares:

4 Ejemplares impresos. Fondo de Investigación Pesquera (FIP)

8 Ejemplares en formato digital. Fondo de Investigación Pesquera (FIP)

1 Investigador responsable. Pont. Universidad Católica de Valparaíso

CRONOLOGÍA DEL PROYECTO

- 03.09.09 Se publica en el portal “Mercadopublico” el noveno llamado a concurso público del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) de 2009.
- 24.07.09 Apertura de ofertas del noveno llamado a concurso público del FIP de 2009.
- 29.09.09 En Carta FIPNº827 el Secretario Ejecutivo del Consejo de Investigación Pesquera (CIP) informa al Vicerrector de Administración y Finanzas de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) la adjudicación del proyecto FIP 2009-31.
- 01.10.10 Inicio de la temporada 2009/2010 de langosta de Juan Fernández.
- 15.12.09 Decreto Exento N°1896 que aprueba contrato de investigación celebrado entre el consejo de investigación pesquera y la PUCV y da inicio al proyecto FIP 2009-31.
- 28.12.09 Carta al Presidente del CIP del Jefe de Proyecto proponiendo cambio en la programación de actividades a fin de monitorear la actividad pesquera en la temporada 2010/2011 de langosta de Juan Fernández.
- 25.01.10 En Carta FIPNº86, el Secretario Ejecutivo del CIP adjunta proposición de modificación de contrato de investigación con firma del presidente del CIP, Sr. Jorge Chocair S.
- 27.02.10 Un maremoto afecta la isla Robinson Crusoe, produciendo la muerte de personas, destrucción de hogares y el daño de infraestructura pesquera de apoyo en tierra y de embarcaciones. Se estiman afectados al menos diez botes y 18 motores fuera de borda, además de la pérdida de equipo de pesca. Se destruyen las muestras de peces reunidas por el consultor a la fecha para ser utilizadas en el proyecto.
- 05.03.10 Depósito de la primera cuota del proyecto FIP 2009-31.
- 08.03.10 Carta al Presidente del CIP informando de la situación de la flota pesquera en el archipiélago de Juan Fernández y de las gestiones del consultor para reunir las muestras comprometidas según programación de actividades.
- 11.03.10 Asume el nuevo gobierno encabezado por el presidente Sebastián Piñera E. Asume como nuevo presidente del Consejo de Investigación Pesquera (CIP) el Sr. Pablo Galilea C.

- 18.03.10 Nueva proposición de modificación de contrato de investigación, incorporando como firmante al nuevo presidente del CIP, Sr. Pablo Galilea C.
- 17.06.10 Entrega del Informe de Avance, incluyendo los resultados parciales del Objetivo N°3 del proyecto.
- 09.07.10 Fecha de firma del decreto que aprobó la modificación de contrato del proyecto por parte del CIP y la PUCV.
- 27.07.10 Carta FIP 450/32 de aprobación del Informe de Avance.
- 01.10.10 Inicio de actividades de toma de datos en terreno en Robinson Crusoe por parte de personal de la PUCV.
- 15.05.11 Fin de la temporada de langosta 2010/2011.
- 24.06.11 Taller técnico de difusión de resultados del proyecto, realizado en Valparaíso.
- 15.07.11 Taller de difusión de resultados del proyecto, realizado en Robinson Crusoe.
- 25.07.11 Entrega del Preinforme Final del proyecto.
- 20.10.11 Carta FIP 324/2011 de aprobación del Preinforme Final del proyecto.
- 29.11.11 Entrega del Informe Final del proyecto.
- 13.03.12 Carta de aprobación del Informe Final.

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto “Alternativas de carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), para disminuir el impacto sobre especies ícticas del archipiélago” (FIP 2009-31), consideró monitorear la actividad pesquera en aguas de Robinson Crusoe en el periodo en que tradicionalmente se lleva a cabo la temporada de pesca de langosta esto es, desde el 1 de octubre de 2010 hasta el 14 de mayo de 2011, en términos tecnológicos, operacionales y biológicos, así como evaluar carnadas alternativas, tanto en términos de la presentación y cantidad de las porciones al interior de la trampa, como respecto de una carnada especialmente formulada para la captura de *J. frontalis*. Igualmente, se generó información científica respecto de las principales especies ícticas en términos taxonómicos, reproductivos y de crecimiento, todo ello con el objeto de aportar a la posible adopción de medidas de manejo pesquero, con el fin de propender a una actividad extractiva sustentable, que emplee de una manera más eficiente los recursos naturales de las islas.

Respecto de los resultados del proyecto, se caracterizó el proceso y la tecnología de captura de especies de peces en actividades de pesca de obtención de carnada para langosta en Robinson Crusoe/Santa Clara realizadas en 157 salidas de pesca en 20 embarcaciones. Se caracterizó los aparejos de pesca de peces de 18 embarcaciones, las que presentaron en promedio 13,6 aparejos de pesca por nave. Los aparejos de pesca más comúnmente empleados correspondieron a espineles verticales y líneas de mano (en el 84% de las naves encuestadas), determinándose que los espineles verticales alcanzaron en promedio 6,7 unidades por bote, en tanto las líneas de mano y líneas de mano remolcadas, alcanzaron promedios de 4,2 y 1,8 unidades por bote. Considerando la especie objetivo por aparejo de pesca, el 35% del total de los aparejos y el 64,7% de los anzuelos de la muestra estuvo destinado para la captura de breca (*Nemadactylus gayi*), en tanto el 23% de los aparejos y el 1,9% de los anzuelos a jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*).

En términos de construcción, para capturar breca se utilizaron líneas de mano construidas de Polipropileno (PP) de 3 mm de diámetro en el orinque y monofilamento de Poliamida (PA) de 1,2 mm de diámetro promedio en la línea madre, con una plomada en el extremo y anzuelos de numeración 8 y 9 (Mustad). En tanto, las líneas de mano para capturar jurel de Juan Fernández, consistieron en líneas monofilamento de Poliamida (PA), con un diámetro entre 0,4 y 0,9 mm y anzuelos con numeración entre 10 y 12 (Mustad). El espinel vertical consistió en una línea madre de PP, generalmente reforzada, con reinales de PA monofilamento de entre 10 y 40 cm de longitud, provisto de peso, y flotador de señalización.

Operacionalmente, la pesca de langosta estuvo asociada a la captura de especies de peces para su empleo como carnada, no obstante ello, existió igualmente actividad pesquera para capturar cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*), breca (*N. gayi*), vidriola (*Seriola lalandi*) y bacalao (*Polyprion oxygeneios*) para su comercialización directa. Las operaciones de pesca de carnada para langosta se realizaron generalmente durante la misma salida de revisión de trampas de *J. frontalis* u, ocasionalmente, en salidas específicas para captura de carnada. En el primer caso, el proceso tuvo una duración de entre 10 y 15 hrs., comenzando a partir de las 06:30 hrs. de la jornada de pesca y se inició usualmente con la captura de una especie pelágica, el jurel de Juan Fernández (*P. chilensis*), cuyas capturas se emplearon para capturar fundamentalmente una especie de pez demersal, la breca (*N. gayi*), además de otras especies. Los ejemplares de breca fueron complementados ocasionalmente con especímenes de anguila morena (*Gymnothorax porphyreus*) los que fueron capturados mediante trampas (nasas).

Los caladeros de pesca de las especies ícticas capturadas en Robinson Crusoe se localizaron prácticamente alrededor de toda la isla y del islote Santa Clara, no obstante ello, las capturas se realizaron sobre fondos situados a distintas profundidades. Así, la breca en fondos entre 5,5 y 149,4 m de profundidad (99,4 m promedio), el jurel de Juan Fernández sobre fondos entre 4,5 y 120,0 m (25,6 m promedio) y la anguila morena (especie demersal) entre los 6 y 53 m (20 m en promedio). Entre el 1 de octubre de 2010 y el 15 de mayo de 2011, en la Capitanía de Puerto de Robinson Crusoe se registraron 2.586 zarpes de pesca, 1.068 (41,3%) identificados como salidas de revisión de trampas langosteras y 485 (18,8%) para carnada, en tanto a 777 salidas (30%) no se les registró su objetivo, y 81 correspondieron a salidas de pesca de bacalao de Juan Fernández y/o vidriola, cangrejo dorado u otra actividad.

Se monitorearon un total de 1.077 lances de pesca, de dicho total, 607 (56%) correspondieron a lances efectuados con espineles verticales de fondo y 238 a lances con líneas de mano no remolcadas (22%). En las salidas de pesca monitoreadas, mediante el empleo de líneas de pesca se calaron un total de 24.586 anzuelos, 10.948 con espinel vertical de fondo (45%) y 8.882 con líneas de mano no remolcadas (36%). La breca se capturó en 653 lances, principalmente mediante espinel de fondo vertical (526 lances, 81%), el jurel de Juan Fernández en 179 lances, en su mayoría empleando línea de mano no remolcada (142 lances, 79%), en tanto la anguila morena fue capturada prácticamente en su totalidad (77 lances) con trampas.

Durante las 157 salidas de pesca, se capturó un total de 19 especies de peces, equivalentes a una captura de 10.463 ejemplares, de dicho total, tres especies representaron el 94% del total en número, dada la captura de 4.330 ejemplares de breca (41%), 4.676 de jurel de Juan Fernández (45%) y 849 de anguila morena (8%). La estructura de tallas de la captura se determinó a partir de una muestra de 9.723 ejemplares, la longitud horquilla (LH) de breca (4.135 ejemplares) fluctuó entre 17 y 58 cm (34,0 cm en promedio), en el jurel de Juan Fernández (4.473 ejemplares) entre 11 y 62 cm (27,6 cm en promedio), en tanto en la anguila morena (686 ejemplares) entre 50 y 145 cm de longitud total (75,5 cm promedio). Las distribuciones de frecuencia de tallas indicaron diferencias mensuales significativas (prueba KS) tanto en *N. gayi* como en *P. chilensis* (valor- $p < 0,05$), estableciéndose además proporciones de machos de 57,5%, y 54,5%, respectivamente para dichas especies, indicador que en la anguila morena fue 55,1%.

Para cuantificar la captura total de peces para el período, se establecieron dos escenarios, con base a 1.553 y 2.080 salidas de pesca, respectivamente, conforme al número de salidas de pesca identificadas como orientadas a la revisión de trampas langosteras y captura de carnada, y a la extrapolación de los porcentajes que éstas representaron a las salidas con propósito no declarado. A partir de ellos se estimó la captura total para el período en 103.497 y 138.618 ejemplares, respectivamente. Según destino, se estimó que el 25% de los ejemplares fue destinado a carnada de peces, 60% a carnada de langostas, 10% a consumo y 5% a venta. Agrupando las especies, el 50% de los pelágicos se destinó a carnada de peces y el 46% a carnada de langosta, en el caso de los demersales, el 2% a carnada de peces y el 73% a carnada de langosta.

Considerando el monitoreo de un total de 2.821 trampas langosteras entre octubre de 2010 y mayo de 2011, se caracterizó la captura de 40.776 ejemplares de langostas en términos de comercial o no comercial, acorde a la normativa pesquera vigente. Así, 3.499 ejemplares (9%) fueron comerciales y 37.277 ejemplares (91%) no comerciales, lo cual es equivalente a 1,2 langostas comerciales por trampa virada, en tanto que el número de ejemplares de

peces que directamente se dispusieron como carnada al interior de las trampas, fue de 2,7 ejemplares por trampa. Expandiendo los datos del muestreo, se estimó en 38.225 el número de trampas caladas para el periodo monitoreado, lo que equivaldría a un total de 172.337 ejemplares de peces dispuestos directamente como carnada al interior de las trampas langosteras. Se consideró que la diferencia con el escenario más probable de captura en salidas en que se incluye el objetivo de obtener carnada (138.618 ejemplares), se debió a las capturas de peces en actividades no consideradas en el monitoreo (cangrejo dorado, pesca para comercialización de peces, o capturas desde tierra), además de errores propios de la estimación.

A partir de las relaciones de talla-peso y las tallas de las principales especies capturadas, se estimó una captura en peso de 72,4 ton (37,5 ton de breca, 22,2 ton de jurel de Juan Fernández y 12,6 ton anguila morena). El total de la captura estimada en peso, considerando tanto las salidas de pesca para revisión de trampas langosteras como las destinadas a la captura de peces para carnada, fue 81,4 ton.

Para la información de historia de vida (reproducción y crecimiento) de las principales especies de peces, se consideró una muestra de 202 gónadas de breca y 213 de jurel de Juan Fernández, y de 34 y 40 pares de otolitos, respectivamente. En el caso de la breca, se observó el aumento del peso de la gónada y del Índice Gonadosomático (IGS) en el período octubre-mayo, identificándose ovarios en tres estados: inmaduros/reposo, en desarrollo y maduros, a partir de lo cual se estimó una talla media de madurez sexual ($TMS_{50\%}$) de 29,58 cm (LH), en el jurel de Juan Fernández en tanto, se evidenció escaso desarrollo gonadal durante el periodo analizado, identificándose sólo hembras inmaduras,

En la breca la estimación de los parámetros de la curva de crecimiento fueron: $L_{\infty}=55,4$ cm, $K=-1,7$, lo que implicaría que la $TMS_{50\%}$ es alcanzada a los 4,2 años de edad. En el jurel de Juan Fernández, los parámetros estimados de la curva de crecimiento fueron: $L_{\infty}=46,7$ cm y $K=-0,15$.

Se llevaron a cabo dos actividades experimentales en aguas de Robinson Crusoe con el fin de determinar el efecto del uso de dos tipos de recipientes para carnada y la reducción de las porciones en la captura total de langostas por trampa. En el primer caso, se emplearon tubos plásticos (PE) perforados, en tanto en el segundo, recipientes construidos de malla tipo anchovetera (9/16" de tamaño de malla). Los resultados indicaron mediante ANDEVA, que en general, no hubo diferencia significativa entre las combinaciones (valor $p>0,05$), detectándose sólo significancia del efecto interacción entre el uso de malla anchovetera y el tamaño de porción de la carnada a un nivel de error tipo I del 10%. Conforme a ello, los resultados indicaron que la reducción en la cantidad de carnada en las trampas de pesca no afectaría la captura total de langostas, pudiéndose indicar como posible el empleo de recipientes de malla con una reducción de la porción de hasta el 50% del estándar.

La recopilación de distintas experiencias relativas al desarrollo de carnadas alternativas, indican la inexistencia de un cebo en el mercado plenamente satisfactorio para los usuarios en términos de capacidad atractante, costo y disponibilidad de materia prima. Igualmente, se identifican consideraciones para el diseño de carnadas alternativas, así como antecedentes respecto del comportamiento alimentario de las langostas y de su sistema sensorial.

Respecto de la formulación de una carnada alternativa, la selección de factores a emplear se basó en que el producto pudiese satisfacer las necesidades de operaciones que se desarrollan de manera precaria, en un lugar aislado, como es la pesca artesanal en Juan

Fernández. A partir de los antecedentes recopilados en la literatura, y según la metodología planteada, se eligió el formato de embutido por sobre las opciones de pellets y ensilado, que no presenta altos crecimientos microbianos (comparte esa cualidad con los pellets), ya que no presenta desarrollo de patógenos, su condición sanitaria es casi autosustentable, al tiempo que efectivamente representa un real efecto racionalizador para los recursos ícticos de la isla.

Las actividades comenzaron evaluando, en experiencias llevadas a cabo en el Laboratorio de Acuicultura (LEDA) de la Escuela de Ciencias del Mar (PUCV), el comportamiento de ejemplares de langosta frente a distintos cebos elaborados a partir de especies de peces de Juan Fernández, en tanto, las pruebas de validación (36 pruebas) se realizaron en aguas de la isla utilizando embarcaciones locales. Las experiencias en laboratorio indicaron que las variables de respuesta evaluadas presentaron gran complejidad de comportamiento dada la colinealidad, autocorrelación y, en especial, el comportamiento errático de algunos individuos, no obstante ello, permitieron preseleccionar un grupo de ocho mezclas candidatas a óptimos, sobre las cuales se aplicó el criterio de G-Optimalidad.

Una vez realizadas las pruebas en terreno, se determinó que el patrón de variabilidad detectado en las experiencias *in vitro*, no se replicó *in situ*, presentando las experiencias bajas capturas de langosta por trampa calada. Este hecho probablemente estuvo asociado a factores como falta de conocimiento respecto de factores como las dosis de cebo aplicado, y en especial, el desconocimiento de los factores de difusión y comportamiento del film protector del cebo (tripa de celulosa) en las condiciones reales de las pruebas

A partir de las encuestas realizadas en la isla (18 pescadores), se determinó que los encuestados perciben que hay especies de peces con menor disponibilidad en la temporada monitoreada, como es el caso del bacalao (*P. oxygeneios*) y la jerguilla de Juan Fernández (*Girella albostrata*), en tanto en el caso del jurel de Juan Fernández y la breca, perciben la tendencia contraria. Por otro lado, la mayoría de los encuestados consideró necesario establecer algún tipo de medida de manejo para los peces de la isla.

En el Taller realizado en Juan Fernández el 15 de julio de 2011, los asistentes manifestaron algunas limitaciones derivadas del uso de recipientes construidos con paños de red en las trampas caladas a menor profundidad (al inicio de la temporada), dada la acción de predadores (anguila morena) sobre el recipiente. En términos de eventuales medidas de manejo para especies de peces, manifestaron recelos respecto de la pesca mediante buceo, en particular de buzos profesionales; no se indicaron objeciones al hipotético establecimiento de una veda reproductiva para la breca durante los meses de invierno, se manifestaron partidarios de medidas que limiten el número de trampas langosteras, a favor de mantener la exclusividad de los métodos tradicionales de pesca artesanal usados en las islas y de regulaciones específicas para el archipiélago y sus aguas circundantes, en el marco de algún tipo de área protegida.

INDICE GENERAL

OBJETIVO GENERAL	25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
ANTECEDENTES	26
Archipiélago de Juan Fernández	26
Antecedentes de especies ícticas	30
METODOLOGÍA	37
Metodología general.....	37
OBJETIVO N°1. DESCRIBIR EL PROCESO Y LA TECNOLOGÍA DE CAPTURA DE LAS ESPECIES DE PECES EN EL ARCHIPIÉLAGO.....	42
Caracterización de aparejos de pesca.....	42
Caracterización del régimen operacional.....	42
Esfuerzo de pesca.....	43
OBJETIVO N°2. CUANTIFICAR Y CARACTERIZAR LA CAPTURA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES ÍCTICAS UTILIZADAS COMO CARNADA EN TRAMPAS DE <i>J. frontalis</i>	44
SOBRE OFERTA. Elaboración de fichas técnicas de identificación	44
Estructura de tallas.....	44
Cuantificación de la captura total (número)	46
Cuantificación de la captura total (peso).....	48
Cuantificación de la captura para carnada.....	50
Eficiencia de carnada	50
Talla de madurez sexual (TMS).....	51
SOBRE OFERTA. Escala de madurez macroscópica	55
SOBRE OFERTA. Edad y crecimiento de las especies recolectadas	59
Manuscrito en inglés para publicación.....	65
OBJETIVO N°3. IDENTIFICAR Y EVALUAR ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE CARNADA EN LA ACTIVIDAD PESQUERA DE <i>J. frontalis</i>	66
Identificación de tipos de carnada y modos de empleo.....	66
Alternativas tecnológicas de carnada	69
Modificar presentación y porciones de carnada.....	73
RESULTADOS.....	107
Resultados operacionales	107
OBJETIVO N°1. DESCRIBIR EL PROCESO Y LA TECNOLOGÍA DE CAPTURA DE LAS ESPECIES DE PECES EN EL ARCHIPIÉLAGO.....	110
Caracterización de aparejos de pesca.....	110
Caracterización de los aparejos de pesca y los recursos objetivos asociados.....	111

Caracterización del régimen operacional.....	121
Esfuerzo de pesca.....	132
OBJETIVO N°2. CUANTIFICAR Y CARACTERIZAR LA CAPTURA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES ÍCTICAS UTILIZADAS COMO CARNADA EN TRAMPAS DE <i>J. frontalis</i>.....	
<i>J. frontalis</i>	140
Cuantificación de la captura total (número)	140
SOBREOFERTA. Elaboración de fichas técnicas de identificación	140
Estructura de tallas.....	146
Proporción sexual.....	152
Cuantificación de la captura total (número)	155
Destino de ejemplares capturados	156
Encuestas de capturas durante recaladas.....	162
Cuantificación de la captura total (peso).....	163
Cuantificación de la captura para carnada.....	171
Eficiencia de carnada	173
Aspectos reproductivos y madurez sexual.....	176
Fluctuaciones estacionales en Índices corporales	176
Estados de madurez	179
Distribución de frecuencia de diámetro de ovocitos.....	181
Talla y edad media de madurez sexual (TMM)	181
SOBRE OFERTA. Edad y crecimiento de la breca y el jurel de Juan Fernández.	184
Relación tamaño del pez-tamaño del otolito	184
Modelos edad-talla	187
OBJETIVO N°3. IDENTIFICAR Y EVALUAR ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE CARNADA EN LA ACTIVIDAD PESQUERA DE <i>J. frontalis</i>.....	
Modificar presentación y porciones de carnada.....	189
Desarrollo de carnada alternativa.....	193
Encuestas a pescadores	231
Talleres	236
1. Taller de coordinación (FIP)	236
2. Taller técnico de difusión de resultados.....	236
3. Taller de difusión de resultados Juan Fernández	238
Manuscrito en inglés para publicación.....	242
ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	243
CONCLUSIONES	257
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	261
ANEXOS.....	273

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

	Pág.
Tabla 1. Resumen del nivel de conocimiento reportado hasta la fecha sobre algunas especies de peces utilizadas como carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández	54
Tabla 2. Resumen del nivel de conocimiento reportado hasta la fecha sobre edad y crecimiento de algunas especies de peces utilizadas como carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández.	61
Tabla 3. Especies de langostas del género <i>Jasus</i> , explotadas comercialmente, localización e información sobre su pesquería	67
Tabla 4. Especies de langostas del género <i>Panulirus</i> , explotadas comercialmente, localización e información sobre su pesquería	68
Tabla 5. Causas del impacto en especies ícticas dado el uso de carnada de langosta, grado de dificultad en su implementación y nivel de impacto estimados	74
Tabla 6. Factores utilizados para formulaciones de alimentos con destino acuícola	82
Tabla 7. Características de las tripas evaluadas para empacado final	86
Tabla 8. Materias primas y concentraciones (p/p) utilizadas para las formulaciones estudiadas	91
Tabla 9. Formulaciones y concentraciones porcentuales (p/p) utilizadas para la elaboración de embutido	93
Tabla 10. Materias primas y concentraciones (p/p) utilizadas para la formulación de la carnada tipo	96
Tabla 11. Diseño de mezcla utilizado para la determinación de la formulación óptima	99
Tabla 12. Diseño factorial para validación <i>in-situ</i>	104
Tabla 13. Nombre y número de las embarcaciones monitoreadas	107
Tabla 14. Número de salidas de pesca monitoreadas por embarcación y mes	108

	Pág.
Tabla 15. Número de ejemplares medidos durante los embarques monitoreados	109
Tabla 16. Número de aparejos de pesca por bote	111
Tabla 17. Recursos objetivo del total de aparejos de pesca registrados	112
Tabla 18. Recurso objetivo de los anzuelos registrados	113
Tabla 19. Recurso objetivo por aparejo de pesca registrado	114
Tabla 20. Tiempos de reposo (máximos, mínimos y promedio) de líneas de pesca, espineles y trampas	137
Tabla 21. Tiempos de reposo (máximos, mínimos y promedio) de líneas de pesca, espineles y trampas, por recurso objetivo	139
Tabla 22. Especies registradas durante el monitoreo de salidas de pesca (oct2010 – mayo2011)	141
Tabla 23. Resumen de los registros de longitud (cm) de la fauna íctica muestreada	146
Tabla 24. Resultado de la prueba Kolmogorov-Smirnov usada para comparar las distribuciones de frecuencia de tallas de <u>anguila</u> entre periodos. m y n son los tamaños de muestra de las frecuencias respectivas. A modo de referencia se presentan las tallas medias entre paréntesis	148
Tabla 25. Resultado de la prueba Kolmogorov-Smirnov usada para comparar las distribuciones de frecuencia de tallas de <u>breca</u> entre periodos. m y n son los tamaños de muestra de las frecuencias respectivas. A modo de referencia se presentan las tallas medias entre paréntesis	149
Tabla 26. Resultado de la prueba Kolmogorov-Smirnov usada para comparar las distribuciones de frecuencia de tallas de <u>jurel de Juan Fernández</u> entre periodos. m y n son los tamaños de muestra de las frecuencias respectivas. A modo de referencia se presentan las tallas medias entre paréntesis	150
Tabla 27. Número de ejemplares por sexo y proporción (%) de machos de las principales especies capturadas	152
Tabla 28. Datos de captura observada (número de ejemplares) y número de viajes de pesca monitoreados orientados a la captura de langosta y carnada de <i>J. frontalis</i>	155

	Pág.
Tabla 29. Datos de captura estimada (número de ejemplares) y número de viajes de pesca identificados y estimados como orientados a la captura de langosta y carnada de <i>J. frontalis</i>	156
Tabla 30. Destino de los recursos capturados, pelágicos y demersales, en número y porcentaje en las salidas de pesca monitoreadas	159
Tabla 31. Reportes de captura por especie informadas por pescadores a la recalada de sus embarcaciones en salidas de pesca	162
Tabla 32. Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de breca (hembras)	165
Tabla 33. Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de breca (machos)	166
Tabla 34. Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de jurel de Juan Fernández	167
Tabla 35a. Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de anguila	168
Tabla 35b. Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de anguila	169
Tabla 35c. Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de anguila	170
Tabla 36. Datos de captura estimada y número de viajes de pesca	171
Tabla 37. Especies empleadas al interior de trampas langosteras monitoreadas	172
Tabla 38. Estimación del número total de ejemplares de peces utilizados al interior de trampas langosteras (oct 2010-may 2011)	173
Tabla 39. Principales estadísticos mensuales del número de ejemplares de langostas capturadas por trampa A) totales y B) comerciales, monitoreados durante el proyecto	175
Tabla 40. Principales descriptores estadísticos asociados a la longitud de ejemplares hembras de peces utilizados para el análisis gonádico	176
Tabla 41. Longitud horquilla (LH) máxima, promedio y mínima, por mes, de los ejemplares de breca (<i>N. gayi</i>) con muestras de gónadas	177

	Pág.
Tabla 42. Longitud horquilla (LH) máxima, promedio y mínima, por mes, de los ejemplares de jurel de Juan Fernández (<i>P. chilensis</i>) con muestras de gónadas.	177
Tabla 43. Descripción macroscópica y microscópica de estados de desarrollo ovárico de los ejemplares de breca (<i>Nemadactylus gayi</i>) recolectados en Juan Fernández. Vg: Vesícula germinativa; Ov Ovogonia, Op: ovocitos primarios; Ac: ovocitos en estado de Alveolo Cortical; Opv: ovocitos parcialmente vitelados; Ova: Ovocitos vitelados avanzados; Nm: Ovocitos en estado de migración del núcleo; DOMA: Diámetro medio de la moda más avanzada.	179
Tabla 44. Resumen del análisis de ajuste del modelo logístico a la proporción de hembras maduras de la breca (<i>Nemadactylus gayi</i>) de la Isla de Juan Fernández. SE= error estándar del estimado, Inf y Sup denotan los intervalos de confianza	183
Tabla 45. Estimaciones de parámetros del modelo Von Bertalanffy de la relación longitud total a la captura vs edad observada y utilizando retro-cálculo, para la breca y el jurel de Juan Fernández mediante lectura de anulos en otolitos sagitales. El ajuste inferior y superior denotan los intervalos de confianza al 95% de confianza.	187
Tabla 46. Factores utilizados para formulación de alternativa de carnada	214
Tabla 47. Análisis de Varianza de dos factores: Días de prueba y Factor de Reducción de ingredientes. Variable respuesta: Fuerza de deformación	215
Tabla 48. ANOVA para el Factor Con y Sin Obstáculo y la variable respuesta Distancia Recorrida	220
Tabla 49. ANOVA para tiempo respuesta hasta éxito como variable respuesta. Con obstáculo (TR4) y sin obstáculo (TR2) como factor	221
Tabla 50a. Valores de respuesta para el diseño D-Óptimo de mezcla	222
Tabla 50b. Valores de respuesta para el diseño D-Óptimo de mezcla	223
Tabla 51. Grupo de mezclas candidatas a mezclas	227
Tabla 52. Formulaciones candidatas a utilizar en la validación <i>in-situ</i>	227
Tabla 53. Resultados para el diseño factorial de validación <i>in-situ</i>	229

Tabla 54. Resumen de trabajos publicados en crecimiento y reproducción de las familias Carangidae y Cheiloctylidae; K: Coeficiente de crecimiento; L: Longitud asintótica derivada de un modelo VF; I= invierno; P=primavera; V=verano; O=otoño. SL: Longitud estándar, en el resto corresponde a Longitud de Horquilla. Celdas vacías denotan ausencia de información.

Figuras

	Pág.
Figura 1. Cordón submarino de Juan Fernández	26
Figura 2. A) Construcción de una trampa y detalle de las dos cámaras internas. B) Detalle de una trampa y carnada (juveniles de <i>Pseudocaranx chilensis</i>).	29
Figura 3. Revisión de captura y cambio de carnada (<i>Nemadactylus gayi</i>) en trampa langostera.	30
Figura 4. Principales especies explotadas, según distribución.	33
Figura 5. Principales tipos de aparejos de pesca empleados en Robinson Crusoe/Santa Clara, por especie objetivo.	34
Figura 6. Especies de peces capturadas para su empleo como carnada A) graniento (<i>Caprodon longimanus</i>), salmón o alfonsino (<i>Beryx splendens</i>) y breca (<i>Nemadactylus gayi</i>), B) sierra (<i>Thyrsites atun</i>), C) jerguilla de Juan Fernández (<i>Girella albostrata</i>), jurel de Juan Fernández (<i>Pseudocaranx chilensis</i>) y graniento (<i>Caprodon longimanus</i>) D) anguila (<i>Gymnothorax porphyreus</i>) y E) trozos de vidriola (<i>Seriola lalandi</i>).	35
Figura 7. Algunas especies de peces capturadas en la isla Robinson Crusoe. A) jurel de Juan Fernández (<i>Pseudocaranx chilensis</i>), B) anguila (<i>Gymnothorax porphyreus</i>), C) jerguilla de Juan Fernández (<i>Girella albostrata</i>), D) breca (<i>Nemadactylus gayi</i>), E) vidriola (<i>Seriola lalandi</i>) y F) bacalao de Juan Fernández (<i>Polipryon oxygeneios</i>).	45
Figura 8. Diagrama de origen y destino de peces capturados durante la operación de pesca.	46
Figura 9. Longitud total (LT) y longitud horquilla (LH), de un ejemplar de jerguilla de Juan Fernández (A) y vidriola (B).	48
Figura 10. Ilustración del procedimiento para determinar el diámetro medio de los ovocitos.	56
Figura 11. Sección transversal de un otolito de <i>Girella cyanea</i> . Cada marca indica la zona opaca que se forma en cada invierno en esta especie (Reproducido de Ferrel, 2004).	60
Figura 12. Fotografías ilustrativas de otolitos sagitales izquierdos de a) breca (<i>Nemadactylus gayi</i> ; Longitud de Horquilla LO= 23 cm) y b) jurel de Juan Fernández (<i>Pseudocaranx chilensis</i> ; LO=23 cm). C=Cauda; R=rostro.	62

	Pág.
Figura13. Fotografías de un otolito sagital izquierdo de la breca (<i>Nemadactylus gayi</i>) ilustrando el procedimiento utilizado para medir la Longitud del Otolito (LO; a); el Radio Caudal (RC; b), el Radio Rostral (RR; c) y las medidas de radio a cada edad (d)	64
Figura 14. Diagrama causa-efecto para caracterizar el impacto sobre especies ícticas por su uso como carnada para capturar langosta de Juan Fernández.	71
Figura 15. Fotografía de las tripas utilizadas. (a) tripa de celulosa; (b) tripa de colágeno.	85
Figura 16. Línea de proceso para formulación de carnadas.	87
Figura 17. Vísceras obtenidas desde los ejemplares de merluza común.	88
Figura 18. Pasta de pescado obtenida en la molienda, constituyente principal de las formulaciones (merluza común).	88
Figura 19. Masa obtenida en mezclado de constituyentes primarios y secundarios para las formulaciones evaluadas.	89
Figura 20. Utensilio y proceso utilizado en la etapa de embutido.	89
Figura 21. Estanque para las pruebas de estabilidad de las carnadas en agua de mar.	90
Figura 22. Texturómetro TA-XT2i- Stable Micro System.	92
Figura 23. Estanque utilizado para la evaluación de comportamiento de langosta.	94
Figura 24. Modelo de obstáculo utilizado en las trampas de las experiencias.	95
Figura 25. Langosta (<i>Jasus frontalis</i>), utilizada en las experiencias	96
Figura 26. Modelo de trampa utilizada en Juan Fernández, para la captura de langosta.	97
Figura 27. Individuos utilizados en las experiencias	98
Figura 28. Soporte de los cebos y obstáculos utilizados en el estudio.	100
Figura 29. Cebos finales utilizados en las pruebas de ambiente controlado.	101

	Pág.
Figura 30. Selladora al Vacío, Cyclone multi-seal 444, Consuma Electronics.	106
Figura 31. Ejemplo de cebos sellados al vacío (formato 200 gr.).	106
Figura 32. Frecuencia de ocurrencia encontrada respecto del número de aparejos de pesca presentes en los botes encuestados.	110
Figura33. Esquema de una línea de mano para la captura de breca en la Isla Robinson Crusoe. A) Destorcedor de línea, B) Anzuelo y C) Peso.	115
Figura 34. Esquema del espinel vertical empleado en Isla Robinson Crusoe. A) Destorcedor de línea, B) Anzuelo y C) Peso.	117
Figura 35. Esquema del espinel horizontal empleado en la Isla Robinson Crusoe. A) Destorcedor de línea, B) Anzuelo y C) Peso o Fondo.	118
Figura 36. Esquema de trampas anguileras utilizadas en Isla Robinson Crusoe.	120
Figura 37. Pesca de jurel de Juan Fernández con línea de mano.	122
Figura 38. Extracción y faena de un ejemplar de anguila morena para emplearla como parte de la carnada en una trampa de langosta.	123
Figura 39. Encarnado de espinel vertical (15 anzuelos) e izado de breca.	125
Figura 40. Esquema de los flujos de la pesca en la actividad pesquera desarrollada en las islas.	126
Figura 41. Limpieza de esquelones de breca para su uso como carnada.	128
Figura 42. Corte de breca y perforación de pedúnculo caudal para uso de un trozo de breca como carnada.	129
Figura 43. Trozado de anguila morena y perforación de cabeza de breca antes de ser dispuestas en trampas langosteras.	130
Figura 44. Posición de lances de pesca de peces en torno a Robinson Crusoe-Santa Clara (oct 2010-mayo 2011).	133
Figura 45. Lances de pesca de peces en torno a Robinson Crusoe-Santa Clara. En azul: jurel de JFdez, en rojo: breca, en negro: anguila (oct 2010-mayo 2011).	134

	Pág.
Figura 46. Composición porcentual de lances, por tipo de aparejo, en las salidas de pesca monitoreadas (oct 2010-may2011).	135
Figura 47. Composición porcentual de los anzuelos calados, por tipo de aparejo, en las salidas de pesca monitoreadas (oct 2010-may 2011).	136
Figura 48. Composición porcentual de los lances realizados, por tipo de aparejo, en las salidas de pesca monitoreadas (oct 2010-may 2011) con captura de A) breca, B) jurel de JFdez y C) anguila morena.	138
Figura 49. 1. <i>Nemadactylus gayi</i> (breca), 2. <i>Pseudocaranx chilensis</i> (jurel de Juan Fernández), 3. <i>Gymnothorax porphyreus</i> (anguila morena), 4. <i>Scorpis chilensis</i> (pampanito) y 5. <i>Caprodon longimanus</i> (graniento).	142
Figura 50. 6. <i>Seriola lalandi</i> (vidriola), 7. <i>Helicolenus lengerichi</i> (chancharro), 8. <i>Malapterus reticulatus</i> (vieja o biya), 9. <i>Parapercis dockinsi</i> (rollizo o blanquillo de Juan Fernández) y 10. <i>Pterygotrigla picta</i> (pez mariposa).	143
Figura 51. 11. <i>Plectranthias lamillai</i> (colorado), 12. <i>Beryx splendens</i> (salmon o alfonsino), 13. <i>Scorpaena thomsoni</i> (venenoso/escorpión) y 14. <i>Polyprion oxygeneios</i> (bacalao de Juan Fernandez).	144
Figura 52. 15. <i>Umbrina reedi</i> (corvina de Juan Fernandez), 16. <i>Chironemus delfini</i> (cabrilla), 17. <i>Hypoplectrodes semicinatum</i> (vaquita) y 18. <i>Girella albostrata</i> (jerguilla de Juan Fernández).	145
Figura 53. Distribución de frecuencia de longitud (total u horquilla según corresponda) de las principales especies ícticas capturadas y muestreadas durante el proyecto. ANG: anguila; BRE: breca; COR: corvina; GRA: graniento; JER: jerguilla de Jfdez; JUR: jurel; PAM: pampanito; VID: vidriola.	147
Figura 54. Distribución de frecuencia de tallas mensual de breca (a la izquierda) y jurel de Juan Fernández (a la derecha) por sexo (rojo: hembras; azul: machos).	151
Figura 55. Porcentaje mensual de machos. A: anguila morena, B: breca, C: jurel de Juan Fernández.	153
Figura 56. Proporción de machos a la talla de anguila morena, breca y jurel de Juan Fernández.	154
Figura 57. Destino porcentual de los ejemplares capturados (en número) en salidas de revisión de trampas langosteras o de carnada.	157
Figura 58. Destino porcentual de los ejemplares capturados (en número) en salidas de revisión de trampas langosteras o de carnada de A) Recursos pelágicos y B) Recursos demersales.	158

	Pág.
Figura 59. Flujos porcentuales de la captura de peces (en número) en salidas de revisión de trampas langosteras o de carnada.	160
Figura 60. Destino de los ejemplares de peces capturados (en miles) en salidas de revisión de trampas langosteras o carnada.	161
Figura 61. Número máximo, mínimo y promedio de ejemplares de langostas capturadas por trampa A) totales y B) comerciales, monitoreados durante el proyecto.	174
Figura 62. Cambios mensuales del Peso medio de la gónada (a) y del Índice Gonadosomático (IGS) (b) para la breca y el jurel de Juan Fernández.	178
Figura 63. Fotografías ilustrativas de gónadas de la breca (<i>Nemadactylus gayi</i>) en estado de desarrollo “Virginal y/o en reposo (a) y “Maduros” (b), tomadas inmediatamente post-captura en el Archipiélago de Juan Fernández.	179
Figura 64. Fotografías de microscopía de luz ilustrando 3 estados de desarrollo de ovarios de la breca (<i>Nemadactylus gayi</i>) recolectada en Juan Fernández. (1) “Virginal y/o en Reposo”; “En Desarrollo” (2) y “Maduros” (3) Ac: alvéolo cortical; Op: Ovocitos primarios; n: Núcleo; V: Vitelados; Pv= Parcialmente vitelados. (4) Fotografía ilustrando un ovario inmaduro en el jurel de Juan Fernández.	180
Figura 65. Distribución de frecuencia y su respectiva fotografía (bajo lupa) ilustrativa de ovarios en: “En Desarrollo” (ab; Longitud de Horquilla=36; IGS=0,45; Pesos Gónada (PG) =4,4); “Maduros” (cd; Longitud de Horquilla =53 cm; IGS=2,54; PG=78,7) y con ovocitos hidratados (ef; Longitud de Horquilla =31; IGS=1,73; PG=10,67) de la breca (<i>Nemadactylus gayi</i>) recolectada en Juan Fernández.	182
Figura 66. Talla media de madurez sexual para ejemplares de breca (<i>Nemadactylus gayi</i>), recolectadas en Juan Fernández.	183
Figura 67. Relaciones entre la longitud horquilla (LH) y medidas del tamaño del otolito a) longitud otolito (mm), b) radio caudal (mm) y c) radio rostral (mm), de ejemplares de breca (<i>Nemadactylus gayi</i>), recolectados en Juan Fernández entre octubre de 2010 y mayo de 2011.	185
Figura 68. Relaciones entre la Longitud de Horquilla y variables que identifican el tamaño del otolito a) longitud otolito (mm), b) radio caudal (mm) y c) radio rostral (mm), de ejemplares del jurel de Juan Fernández (<i>Pseudocaranx chilensis</i>), recolectados en Juan Fernández entre octubre de 2010 y mayo de 2011.	186
Figura 69. Relaciones edad-talla para la breca (<i>Nemadactylus gayi</i>) a la fecha de captura (a) y resultante de retro-cálculo usando otolitos sagitales (b).	188

	Pág.
Figura 70. Captura promedio de langostas por trampa promedio, para las distintas combinaciones, donde: C: Con recipiente plástico, S: Sin recipiente. 100: 100% porción, 50: 50% porción, 25: 25% porción.	189
Figura 71. Intervalos de confianza para la captura total de langostas por trampa, para las distintas combinaciones, donde: C: Con recipiente plástico, S: Sin recipiente. 100: 100% porción, 50%: 50% porción, 25%: 25% porción.	190
Figura 72. Langostas por trampa promedio, para las distintas combinaciones, donde: C: Con recipiente de paños de red, S: Sin recipiente, 100: 100% porción, 50: 50% porción, 25: 25% porción.	191
Figura 73. Intervalos de confianza para la captura total de langostas por trampa, para las distintas combinaciones, donde: C: Con recipiente de paño de red, S: Sin recipiente de paños de red. 100%: 100% porción, 50%: 50% porción, 25%: 25% porción.	192
Figura 74. Embutidos formulados a distintas concentraciones de constituyentes (M, M-10%, M-20%, M-30%).	215
Figura 75. LSD al 95% de confianza para el Factor de reducción de los ingredientes y la variable respuesta Fuerza de deformación.	216
Figura 76. LSD al 95% de confianza para el Factor Días de Almacenamiento y la variable respuesta Fuerza de deformación.	217
Figura 77. Interacciones para el Factor Días de Almacenamiento y el Factor de reducción de ingredientes.	218
Figura 78. Imagen global y dinámica del fenómeno ocurrido entre ambos factores experimentales.	219
Figura 79. LSD al 95% de confianza para el Factor Con y sin obstáculo y la variable respuesta Distancia Recorrida.	220
Figura 80. LSD al 95% de confianza para el Factor Con y Sin obstáculo y la variable respuesta tiempo respuesta hasta éxito.	221
Figura 81. Desplazamiento típico de un individuo en las pruebas.	224
Figura 82.a) Superficie de respuesta ajustada para la variable "Tiempo Total", b) Superficie de respuesta ajustada para la variable "Distancia Recorrida".	226
Figura 83. Interacción de efectos para los cebos ensayados.	230

	Pág.
Figura 84. Captura promedio total de langosta e intervalos de confianza de lances realizados en periodo similar, utilizando carnada o cebo tradicional.	230
Figura 85. Respuestas a preguntas 1. ¿Hay más o menos pescado que la temporada pasada?; 2. ¿Los pescados están más grandes o más chicos que la temporada pasada; 3. En las últimas cinco temporadas, ¿Ha variado la cantidad de pescado?; 4. En las últimas cinco temporadas, ¿Ha variado el tamaño de los peces?.	232
Figura 86. Respuestas a preguntas 5. ¿Hay alguna especie más escasa que la temporada pasada? (indicar cual si responde afirmativamente) y 6. ¿Hay alguna especie más abundante que la temporada pasada? (indicar cual si responde afirmativamente).	233
Figura 87. Respuestas a preguntas 7. En las ultimas 5 temporadas ¿Se ha hecho más escasa alguna especie de pez? (Indicar) y 8. ¿Se ha hecho más abundante alguna especie de pez? (Indicar).	234
Figura 88. Respuestas a pregunta 9. ¿Cuál es el pescado que es la mejor para carnada para langosta? y 10. ¿Considera necesaria alguna protección para peces de la isla? (Ejemplo: veda, talla mínima, cuota, cierre de zonas de pesca, etc.) (Indicar cuál si responde afirmativamente).	235

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Normativa legal vigente relativa a langosta de Juan Fernández.	273
ANEXO 2. Estadísticas de desembarques de los principales recursos pesqueros capturados en aguas del archipiélago de Juan Fernández.	274
ANEXO 3. Reglamentación y controversia respecto de carnadas de langosta artificiales empleadas internacionalmente.	275
ANEXO 4. SOBRE OFERTA. Ficha de identificación de peces.	280
ANEXO 5. Personal participante por actividad (Horas).	282

OBJETIVO GENERAL

Objetivo general

Analizar opciones para disminuir el efecto que la pesquería de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), genera en poblaciones de especies ícticas del archipiélago, dado su empleo como carnada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivos específicos

Describir el proceso y la tecnología de captura de las especies de peces en el archipiélago.

Cuantificar y caracterizar la captura de las principales especies ícticas utilizadas como carnada en trampas de Langosta de Juan Fernández.

Identificar y evaluar alternativas tecnológicas de carnada en la actividad pesquera de Juan Fernández.

ANTECEDENTES

Archipiélago de Juan Fernández

El archipiélago de Juan Fernández está formado por un grupo de tres islas, Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk, las cuales corresponden a las cumbres emergidas de un cordón de montes submarinos, denominado “Cordón submarino de Juan Fernández”. Este accidente geográfico, que se presenta perpendicular al continente sudamericano (Vergara & Morales, 1985), conforma ecosistemas de alto interés científico internacional, debido a su biodiversidad y la singularidad de su flora y fauna (Fig. 1).

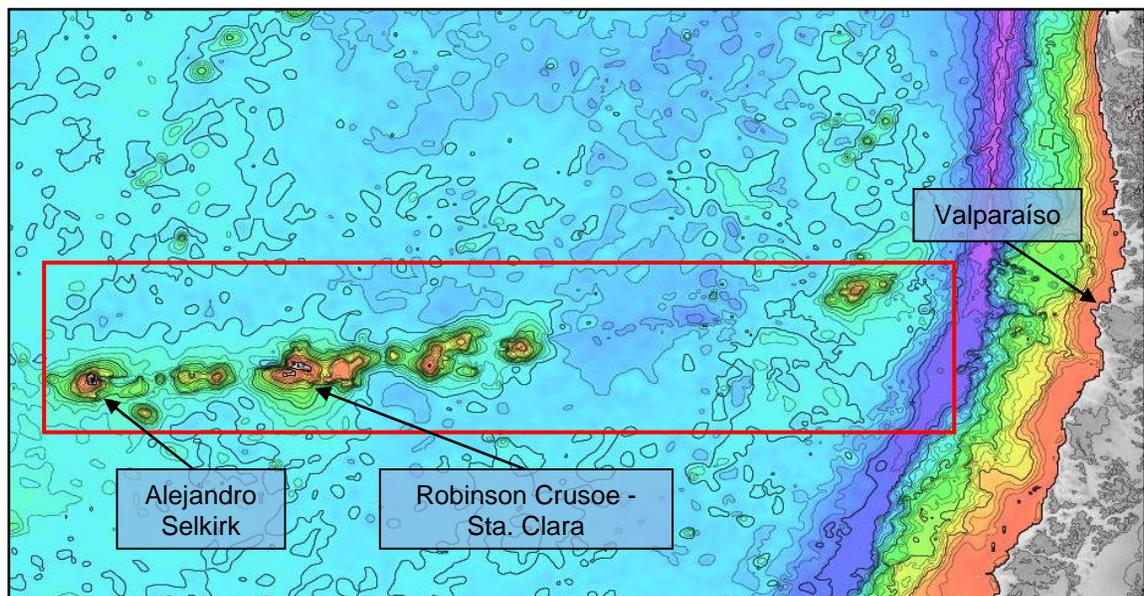


Figura 1. Cordón submarino de Juan Fernández.

Si bien el poblamiento de las islas es anterior al siglo XIX, a partir de dicho siglo se encuentran habitadas por personas que han desarrollado una actividad económica, basada en la explotación de recursos pesqueros permanentemente en aguas en torno al conjunto formado por la isla Robinson Crusoe y el islote Santa Clara, y de modo esporádico, en Alejandro Selkirk.

En este sentido, las actividades pesqueras se concentran fundamentalmente en la extracción de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), y más recientemente, de cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*). Dichas faenas se han complementado con la pesca de peces, fundamentalmente para su empleo como carnada, o consumo humano, como fue el caso de la pesquería de bacalao (*Polyprion oxygeneios*) hasta aproximadamente la década de los años 80.

Conforme a ello, la actividad pesquera en Juan Fernández presenta dos particularidades: se desarrolla en un entorno natural frágil y singular y, es la fuente de subsistencia de una población que explota el principal recurso de la isla, la langosta de Juan Fernández. De esta manera, se genera una cuestión clave: convertir a la actividad pesquera de *J. frontalis* en una actividad sustentable con el fin de compatibilizar la conservación del ecosistema con las necesidades de la población que habita las islas.

Pesquería de langosta de Juan Fernández (*J. frontalis*)

La pesquería de *J. frontalis* se desarrolla en las islas desde el siglo XIX, y es realizada exclusivamente por pescadores artesanales del archipiélago. En términos de normativa, ésta resguarda los ejemplares juveniles, fijando una talla mínima y prohibiendo el desembarque de hembras portadoras de huevos, además de una veda estacional para Robinson Crusoe y Santa Clara. Las normas precitadas fueron establecidas a principios del siglo XX, y replanteadas en 1934, 1963 y 1972. Una veda similar para isla Alejandro Selkirk, fue establecida en 2004 (Ver Anexo).

Así, la extracción de *J. frontalis* se realiza exclusivamente en la temporada comprendida entre el 1° de octubre y el 14 de mayo (Decreto N°223 del 11/abr/63, D.O. N°25.537, del 09/may/63). Igualmente, se limita la comercialización a especímenes con un tamaño igual o superior a los 115 mm, medidos desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón (Decreto N°1584 del 30/abr/34, D.O. N°16.971, del 12/sep/34), no se

permite el desembarque de langostas con huevos visibles y, se establece que durante todo el período de pesca, éstas, así como los individuos de talla inferior a la mínima legal, deben ser devueltos al mar en el mismo lugar de captura (Decreto N°188 del 07/sep/72, D.O. N°26.796, del 04/oct/72; Decreto N°1584 del 30/abr/34, D.O. N°16.971, del 12/sep/34).

Igualmente, y desde un punto de vista tecnológico, la Resolución N°957 del 06/oct/92, D.O. N°34.387 del 10/oct/92 estableció a la trampa como el único aparejo autorizado para la captura de *J. frontalis* (Fig. 2). Al respecto, conceptualmente dicho aparejo corresponde a uno de tipo pasivo, en el cual el proceso de captura se lleva a cabo mediante la atracción de la especie objetivo al interior de la trampa mediante el empleo de carnada (Fig. 3). Conforme a lo anterior, la captura de langosta de Juan Fernández está íntimamente ligada a la disponibilidad de carnada, la cual desde el inicio de su explotación ha sido obtenida a partir de especies ícticas presentes en aguas del archipiélago, tales como breca (*Nemadactylus gayi*), anguila (*Gymnothorax porphyreus*), vidriola (*Seriola lalandi*), jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*) y jerguilla de Juan Fernández (*Girella albostrigata*), entre otras (Gaete, 1985; Arana *et al.*, 2006).

Al respecto, cabe indicar que *N. gayi* ha sido la especie tradicionalmente empleada como carnada por pescadores de las islas, sin embargo, ya en la década de los ochenta se reportaba una menor disponibilidad de dicho recurso (Gaete, 1985). Del mismo modo, la última información disponible con relación a las características de la actividad pesquera en Robinson Crusoe-Santa Clara, indican que en la temporada 2005-2006, la carnada estuvo constituida principalmente por jerguilla, vidriola, bacalao de Juan Fernández y anguila o morena (Arana *et al.*, 2006a), sugiriendo la búsqueda de especies alternativas a fin de compensar la menor disponibilidad de especies ícticas explotadas de manera tradicional.

En este sentido, y no obstante que la normativa pesquera vigente determina tecnológicamente la actividad pesquera, haciéndola dependiente de la disponibilidad de carnada, la mayor parte de la información existente respecto de las especies ícticas presentes o explotadas en las islas, ha sido generada tangencialmente durante monitoreos de la actividad pesquera, pescas exploratorias o evaluaciones de langosta de *J. frontalis*. Así, no hay a la fecha información generada de manera sistemática o con algún grado de periodicidad respecto de tales recursos, existiendo en la mayor parte de los casos apenas información precaria respecto de su clasificación taxonómica o biología básica.



Figura 2. A) Construcción de una trampa y detalle de las dos cámaras internas. B) Detalle de una trampa y carnada (juveniles de *Pseudocaranx chilensis*).



Figura 3. Revisión de captura y cambio de carnada (*Nemadactylus gayi*) en trampa langostera.

Antecedentes de especies ícticas

a) Especies descritas

En el archipiélago, trabajos científicos han descrito un total de 56 especies de peces litorales, estimándose una tasa de endemismo del 15%. Al respecto, el 37% de las especies de peces presentes en las islas se encuentran igualmente en la costa continental de Chile y Perú, existiendo un número importante de especies que se encuentran igualmente presentes en las Islas Desventuradas (San Félix-San Ambrosio) y el grupo Australia-Nueva Zelanda-Isla Norfolk (Sepúlveda & Pequeño, 1985).

Cabe indicar que un número importante de dichas especies corresponden a recursos de distribución oceánica, que son posibles de capturar en aguas alrededor de las islas, tales como *Coryphaena hippurus*, *Xiphias gladius* y diversas especies de elasmobranquios. Por otro lado, especies como *N. gayi*, *G. porphyreus* y *G. albostrata* son localizadas con mayor cercanía a la costa (Arana & Vega, 2000).

Por otro lado, a modo de clasificación es posible distinguir especies que se distribuyen cercanas al fondo (bentodemersales) o en la columna de agua (pelágicas). Así, al considerar las especies explotadas, es posible indicar que *N. gayi*, *G. porphyreus*, *G. albostrata* y *P. oxygeneios* son de carácter bentodemersales, en tanto *S. lalandi*, *S. chilensis* y *Thyrsites atun*, son pelágicas.

b) Especies explotadas

Si bien, tal cual se ha indicado, en las islas existe un número importante de especies de peces descritas, la explotación se concentra principalmente en un grupo no mayor de diez, principalmente capturadas con la finalidad de obtener carnada para langosta de Juan Fernández, igualmente algunas de ellas son empleadas para consumo humano directo, ya sea en fresco, en tierra o durante las salidas de pesca, o después de ser preservadas mediante congelamiento en tierra.

Así, el bacalao de Juan Fernández (*P. oxygeneios*) es capturado específicamente para consumo directo, destinándose ocasionalmente su esqueleto a carnada. En el caso de especies como *S. lalandi*, *P. chilensis* y *N. gayi* en tanto, es posible verificar que si bien en su gran mayoría son capturadas para carnada, es común el empleo de parte de su musculatura para su consumo humano directo, destinando el resto del cuerpo para carnada.

c) Aparejos de pesca

Para llevar a cabo la captura de especies ícticas se emplean básicamente dos tipos de aparejos: líneas de pesca y trampas. En el primer grupo se incluye líneas de mano y espineles, en tanto que en el segundo sólo trampas destinadas a la captura de anguila (*G. porphyreus*) (Arana & Ziller, 1985; Arana *et al.*, 2006a).

De este modo, mediante el uso de líneas de mano es posible capturar especies pelágicas, ya sea mediante el empleo de carnada en un caladero fijo o remolque de un señuelo, generalmente artificial desde la embarcación. Así, mediante el uso de este aparejo en un caladero fijo es común la captura de bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*), graniento (*Caprodon longimanus*), breca (*Nemadactylus gayi*), vidriola (*Seriola lalandi*), sierra (*Thyrssites atun*), jerguilla (*Girella albostrata*) y corvina de Juan Fernández (*Umbrina reedi*), entre otros, mientras que con el remolque de la línea de pesca se obtienen comúnmente ejemplares de *Pseudocaranx chilensis* y *Seriola lalandi*, entre otras especies.

Igualmente, modificando la línea de pesca, en peso como eventualmente en términos de tipo de anzuelo o señuelo, es posible llevar a cabo la captura de especies bentodemersales. De este modo, se realiza la extracción de ejemplares de bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*) o breca (*Nemadactylus gayi*) (Fig. 4).

En el caso de los espineles, estos se emplean comúnmente para la captura de especies como *Nemadactylus gayi* (de fondo) y *Seriola lalandi* (de superficie), según si el aparejo es calado a fondo o en superficie. Al respecto, también se ha reportado la existencia de espineles horizontales y verticales, aunque en su gran mayoría corresponden al segundo tipo, dada la existencia de dificultades operacionales para trabajar con el primer tipo debido a trabazones por lo accidentado del fondo marino (Arana & Vega, 2000) (Figs. 5 y 6).

	Costero	Oceánico
Bentodemersales	<i>Nemadactylus gayi</i> , <i>Gymnothorax porphyreus</i> , <i>Girella albostrata</i> .	<i>Beryx splendens</i>
Pelágicos	<i>Pseudocaranx chilensis</i> , <i>Seriola lalandi</i> , <i>Thyrsites atun</i> , <i>Scorpius chilensis</i> , <i>Caprodon sp.</i>	<i>Sarda chiliensis</i> , <i>Thunnus spp.</i>

Figura 4. Principales especies explotadas, según distribución.

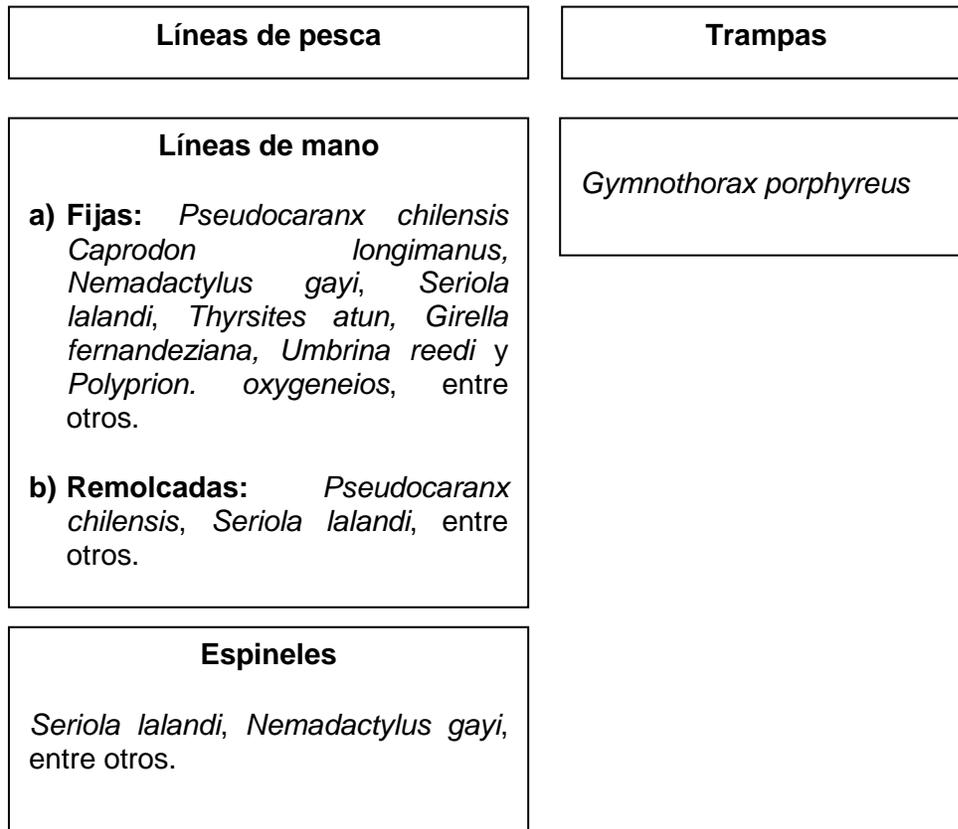


Figura 5. Principales tipos de aparejos de pesca empleados en Robinson Crusoe/Santa Clara, por especie objetivo.

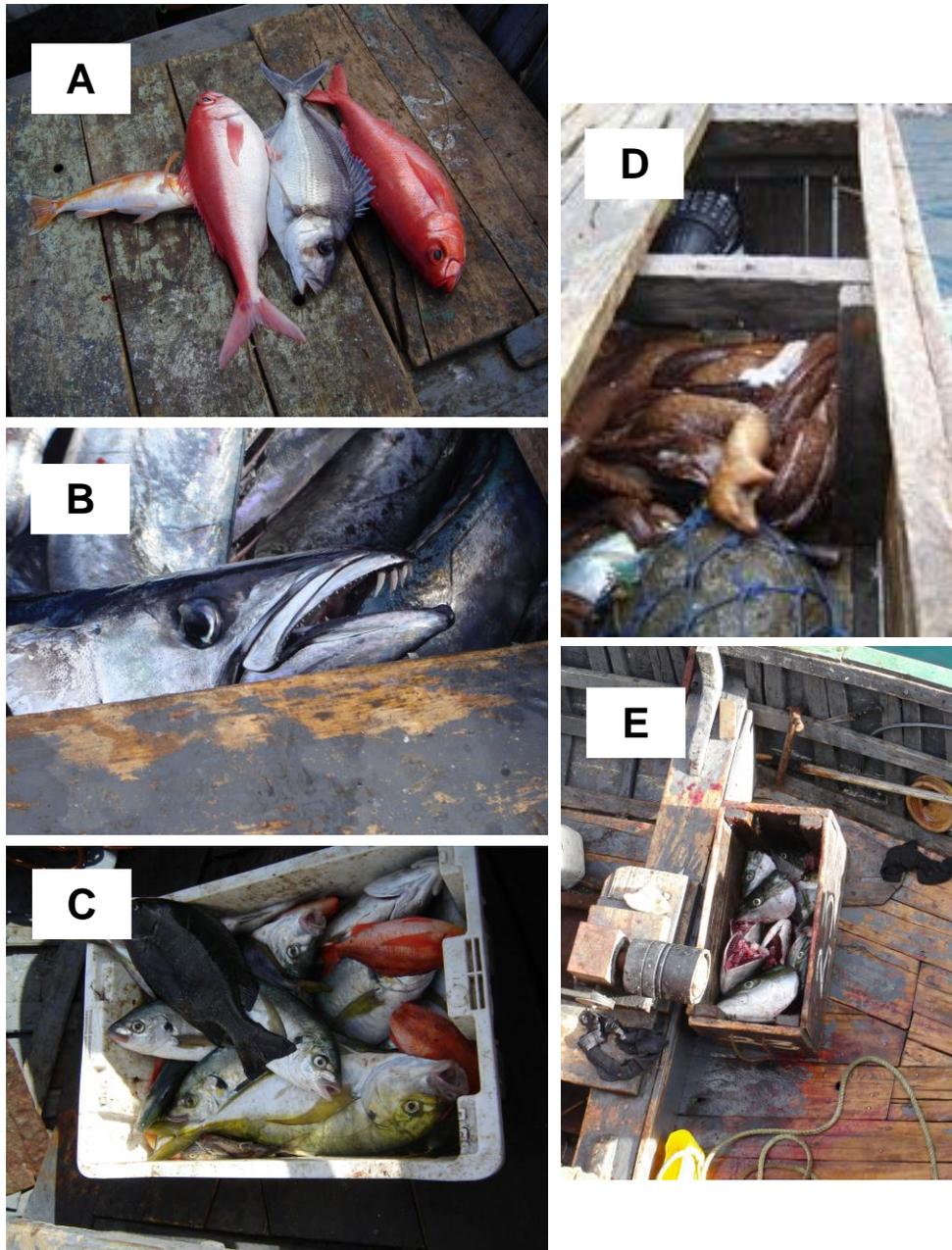


Figura 6. Especies de peces capturadas para su empleo como carnada A) graniento (*Caprodon longimanus*), salmón o alfonsino (*Beryx splendens*) y breca (*Nemadactylus gayi*), B) sierra (*Thyrstites atun*), C) jerguilla de Juan Fernández (*Girella albotriata*), jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*) y graniento (*Caprodon longimanus*) D) anguila (*Gymnothorax porphyreus*) y E) trozos de vidriola (*Seriola lalandi*).

d) Operaciones de pesca de especies ícticas para carnada

En términos operacionales, y con relación a la captura de especies de peces con el fin de proveerse de carnada para la captura de langosta de Juan Fernández, los pescadores artesanales de las islas consideran dos alternativas (Arana *et al.*, 2006a). La primera de ellas consiste en capturar especies de peces durante una salida de pesca destinada a la revisión de trampas langosteras. En dicho caso, la captura de especies ícticas se lleva a cabo previo al inicio de la revisión de trampas, de manera tal de asegurar la disponibilidad de carnada nueva para su recambio, complementándose eventualmente con capturas realizadas entre la revisión de trampas. La segunda alternativa consiste en llevar a cabo una salida de pesca específicamente con el fin de capturar peces para usarlos como carnada. En dicho caso la pesca es almacenada en fresco, sin tratamiento alguno, con el fin de disponer de ella durante una posterior salida de pesca destinada a la revisión de trampas langosteras.

e) Operaciones de pesca de especies ícticas para consumo humano

Si bien la captura de especies de peces se lleva a cabo con el objetivo primordial de obtener carnada para trampas langosteras, tal cual ha sido indicado en los párrafos precedentes, es común el aprovechamiento de parte de dicha captura para consumo humano directo, ya sea en la misma embarcación o en tierra. Igualmente, parte de dicha captura puede comercializarse en tierra para su posterior procesamiento y congelación.

Por otro lado, existen salidas de pesca llevadas a cabo exclusivamente con el fin de capturar balacao de Juan Fernández (*P. oxygeneios*), especie cuya carne es destinada a consumo humano directo, dada la calidad de su carne, no obstante el uso eventual de su esquelón como carnada. En este caso, las salidas de pesca, realizadas con marcada estacionalidad (febrero-marzo, generalmente) se llevan a cabo a caladeros específicos conocidos por la presencia de bacalao.

METODOLOGÍA

Metodología general

Con la finalidad de obtener los datos requeridos para desarrollar los objetivos del proyecto, en particular los Objetivos 1 y 2, se monitoreó la actividad pesquera artesanal desarrollada en torno a las islas Robinson Crusoe-Santa Clara, durante una temporada normal de pesca langosta de Juan Fernández, es decir, entre el 1 de octubre y 14 de mayo, en conformidad a los plazos para el proceso de adjudicación que determinó el Fondo de Investigación Pesquera (FIP). La actividad indicada en el párrafo previo tuvo por finalidad desarrollar los Objetivos específicos del proyecto, en cuanto a recopilar información *in situ* que permita:

1. Describir aparejos, regímenes operacionales y georreferenciación de caladeros utilizados en la pesca de peces, al menos en la isla Robinson Crusoe.
2. Listar las especies de peces, con su nombre científico y vernacular, capturadas durante el monitoreo.
3. Estimar la captura total en número y peso de las principales especies de peces capturadas y su destino.
4. Estimar la captura en número y peso, de las especies de peces dispuestas como carnada en trampas de *J. frontalis*.
5. Estimar la cantidad media de carnada, composición por especie y modo de empleo, utilizada por trampa de *J. frontalis* calada.
6. Estimar el número de trampas revisadas de langosta por embarcación y salida de pesca, y el número de salidas de pesca orientadas a la revisión de trampas langosteras durante la temporada.
7. Estimar la estructura de tallas de las principales especies de peces capturadas, talla de madurez sexual (TMS) y propuesta de tallas mínimas de captura.

Con este fin, el oferente registró, en salidas de pesca destinadas a la revisión de trampas langosteras, como en aquellas llevadas a cabo exclusivamente para aprovisionarse de carnada, la información referida a aparejos de pesca, regímenes operacionales, georreferenciación de caladeros, captura, estructuras de tallas, muestras biológicas para análisis de aspectos reproductivos y crecimiento de especies ícticas capturadas, cantidad de carnada empleada por trampa de pesca calada, número de trampas revisadas por embarcación, número de salidas de pesca de langosta de Juan Fernández, según se detalla en la Propuesta Metodológica por objetivo.

Para ello, personal técnico de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso se trasladó a Robinson Crusoe con el fin de llevar a cabo directamente el monitoreo, además de supervisar dicha labor, dado que contó con la colaboración de la comunidad mediante la contratación de lugareños para tareas de muestreo, tal y como lo llevó a cabo la PUCV durante el último monitoreo de la actividad pesquera en la isla (FIP 2004-48) (Arana *et al.*, 2006a).

El monitoreo de la actividad pesquera indicado tuvo características de muestreo trietápico. Así, éste se llevó a cabo del siguiente modo para una cierta salida de pesca: en la primera etapa se escogió la embarcación de manera aleatoria, considerando la posibilidad de embarque, según disposición del dueño de la embarcación.

Como segunda etapa, se consideró al lance de pesca, el cual dadas las características de la pesquería y del proyecto, correspondió a la identificación de una trampa langostera o virado de aparejos de pesca de especies de peces (para precisar captura, estructuras de tallas y obtener muestras biológicas). En este caso, se monitorearon todos los lances llevados a cabo en una determinada salida de pesca. La tercera etapa en tanto, correspondió a verificar la totalidad de la composición de la carnada por trampa o monitorear la totalidad de la captura de peces, en un determinado lance de pesca.

Conforme a lo anterior, y considerando las condiciones meteorológicas que pueden determinar el cierre del puerto imposibilitando el zarpe, reduciendo así el número de salidas de pesca, el consultor monitoreó con personal propio embarcado, las salidas de pesca que consideraron la captura de carnada para la pesca de langosta de Juan Fernández, mientras

que se registró la información de todos los desembarques oficiales de especies icticas, según registros de la Capitanía de Puerto de Juan Fernández.

En este sentido, dada la existencia de numerosas especies endémicas e información fragmentaria referida a los recursos ícticos de las islas, el proponente consideró como SOBREFERTA, la confección de una ficha de reconocimiento de peces para futuros trabajo de campo.

Se obtuvieron muestras biológicas con el fin de estimar la talla media de madurez sexual (TPMS o TMS_{50%}). La aproximación realizada, se indica oportunamente en el desarrollo metodológico del Objetivo N°2.

Al respecto, cabe señalar que el proponente incluye dos SOBREFERTAS. La primera consiste en la confección de tablas de identificación macroscópica de madurez gonadal para especies de peces. En tanto la segunda, pretende generar información relativa a curvas de crecimiento, mediante análisis de otolitos, según se detalla oportunamente.

Conforme a lo anterior, al disponerse de la información indicada, se sentarían las bases para el futuro manejo de los principales recursos ícticos por parte de los mismos pescadores artesanales, una vez llevada a cabo la transferencia de resultados.

Con el fin de llevar a cabo el Objetivo 3 en tanto, se procedió a una completa revisión bibliográfica y a la evaluación de alternativas de carnada en faenas de pesca artesanal de langosta de Juan Fernández en la isla Robinson Crusoe. Para ello, personal de la Pont. Universidad Católica de Valparaíso realizó directamente las experiencias, según se detalla oportunamente, obteniéndose:

8. Resultados del análisis comparativo de tipos y modos de empleo de carnadas.
9. Alternativas tecnológicas propuestas y evaluadas *in situ*.

La generación de los resultados comprometidos, así como la realización de los talleres comprometidos por el consultor permitió obtener como resultados esperados:

10. Conclusiones y recomendaciones emanadas del taller de difusión y discusión metodológica.

11. Manuscritos en idioma inglés a enviar a una publicación con Comité Editorial o de corriente principal.

Al respecto, cabe indicar que algunas experiencias internacionales respecto al tema han considerado la formulación de carnadas completamente artificiales para sustituir la carnada tradicional en base a pescado (Mackie *et al.*, 1980). A modo de ejemplo, es posible citar el producto comercializado con el nombre de “Lobster Puck”, orientado a la industria de langosta (*Homarus americanus*) en el estado de Maine (USA), la cual es conocida por el uso intensivo de “herring” (arenque) como carnada.

Dicho producto comercial es elaborado en base a harina de soya, harina de pescado, arroz, arenque, tilapia y un atrayente químico llamado “plastisol” (compuesto de una solución de cloruro de polivinilo y resina). Al respecto, cabe indicar que dicha carnada artificial está siendo fuertemente cuestionada debido a la contradicción existente entre el empleo de químicos y una pesquería orientada a la producción “limpia” (Ver Anexo 4).

Por otro lado, otros productos naturales sustitutos del pescado también han sido prohibidos como carnada, tal es el caso de restos animales no marinos o cuero animal con pelaje en el Estado de Maine (USA), a partir de 2006. Situación similar se registra en Australia, donde el uso de cualquier derivado de carne bovina, cuero animal o cualquier carnada cubierta de pelaje ha sido prohibida en las pesquerías comerciales y recreacionales de langosta de roca “rock lobster” (Government of Western Australia, Department of Fisheries, Ver Anexo 4).

El criterio empleado por el consultor para la propuesta de alternativas tecnológicas para la carnada consideró, además de la controversia y prohibiciones al empleo de ciertos productos ya indicada, el hecho que utilizar materia prima no disponible en la isla o un proceso de alta complejidad, impediría una elaboración directa por parte de los propios pescadores en Juan Fernández, requiriendo la realización de inversiones y/o el empleo de conocimientos técnicos de alta especialización.

En consideración a lo anterior, el trabajo realizado se enmarcó en la exploración de dos vías generales para el problema de la carnada: Modificar la presentación y porciones de carnada y Desarrollar una carnada nueva, ambas sobre la base de generar información biológica-pesquera de las principales especies ícticas presentes en la isla, a fin de sentar las bases para su manejo pesquero.

OBJETIVO N°1. DESCRIBIR EL PROCESO Y LA TECNOLOGÍA DE CAPTURA DE LAS ESPECIES DE PECES EN EL ARCHIPIÉLAGO.

Caracterización de aparejos de pesca

En general, internacionalmente se considera que no es práctico representar de manera uniforme líneas y nasas (aparejos ampliamente usados en el archipiélago), dada su enorme variedad (FAO, 1987). Por ello, se optó por describirlos en términos de número, dimensiones de líneas y anzuelos (en el caso de trampas y espineles) y material utilizado de construcción en cada una de las embarcaciones en que se monitoreen las actividades de pesca. Igualmente, se realizó una encuesta a los dueños de embarcaciones que operaron durante la temporada de langosta de Juan Fernández con el fin de determinar el número de aparejos empleados a bordo para la captura de especies ícticas en cada embarcación, considerando el número de trampas de peces, número de líneas de mano y número de espineles, con su respectivo número de anzuelos.

Con fines de clasificación de aparejos se consideró las siguientes categorías: 1. Trampa, 2. Línea de mano: 2i) No remolcada, 2ii) Remolcada, 3. Espinel de fondo: 3i) Horizontal, 3ii) Vertical, 4. Espinel pelágico. 5. Otro.

Caracterización del régimen operacional

A partir del monitoreo de las embarcaciones artesanales, se describió su actividad en términos de operaciones dedicadas a la pesca de especies de peces durante la temporada de pesca de langosta de Juan Fernández, en términos de la localización de áreas de pesca, número de viajes de pesca, horas de operación y captura por viaje de pesca. Se recurrió a la información de zarpes de la Capitanía de Puerto de Robinson Crusoe para determinar el número total de salidas de pesca durante la temporada, tanto para revisión de trampas langosteras como para captura de carnada.

Igualmente, se georreferenciaron los caladeros de pesca de especies ícticas mediante sistema de posicionamiento global (GPS) Garmin E-TREX, los cuales fueron incluidos en mapas temáticos. Del mismo modo, se registró la profundidad de pesca de caladeros de pesca de peces, mediante empleo de ecosonda modelo FURUNO LS-4100-1, monocromático, con transductor entre 50 y 200 khz con profundidad de trabajo de 0 a 500 m de profundidad.

Esfuerzo de pesca

Se recopilaron los registros de salidas de embarcaciones que operaron en Robinson Crusoe y Santa Clara disponibles en la Capitanía de Puerto de San Juan Bautista. Así, conforme al número total de salidas de pesca destinadas a la pesca de carnada, registradas en la Capitanía de Puerto, se llevó a cabo una primera estimación global del esfuerzo de pesca orientado a la captura de especies ícticas. Dado que dicha información, debido las características operacionales de las naves artesanales para la captura de peces, sólo representa una fracción del esfuerzo total (igualmente se captura carnada durante las salidas a revisar trampas langosteras), fue complementada con datos de esfuerzo para obtención de carnada, obtenidos en las embarcaciones monitoreadas, por salida de pesca.

Para ello, en esta segunda estimación de esfuerzo, en el caso de líneas de pesca no remolcadas (líneas de mano y espineles) se consideró el número de anzuelos calados; en las líneas de pesca remolcadas, el tiempo de pesca; mientras que las trampas anguileras, la trampa como unidad de esfuerzo. No obstante lo anterior, igualmente en todos los casos se registró el tiempo de reposo.

OBJETIVO N°2. CUANTIFICAR Y CARACTERIZAR LA CAPTURA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES ÍCTICAS UTILIZADAS COMO CARNADA EN TRAMPAS DE *J. frontalis*.

Según lo indicado en la Metodología General, y de acuerdo a los términos señalados en el monitoreo de la actividad pesquera, se registró la captura, por lance de pesca, en las embarcaciones monitoreadas durante el estudio. Para identificar las especies, se emplearon manuales de campo, confeccionados a la fecha por el proponente, en base a información recopilada en anteriores proyectos llevados a cabo en aguas del archipiélago por Sepúlveda & Pequeño (1985), Rojas & Pequeño (1998) y Pequeño & Sáez (2000), entre otros (Fig. 7).

SOBRE OFERTA. Elaboración de fichas técnicas de identificación

El proponente generó, una ficha técnica de reconocimiento ilustrada para su empleo en terreno de los ejemplares de peces que sean capturados en proyectos de la isla, incluyendo nombre vernacular y científico de cada especie. Los ejemplares obtenidos no presentaron problemas de identificación, debido a que estuvieron bien representados en trabajos de investigación desarrollados con anterioridad en las islas.

Estructura de tallas

Durante el desarrollo del monitoreo de la actividad pesquera, se midió y registró la talla de los ejemplares de peces capturados, mediante el empleo de ictiómetros, con precisión de ± 1 cm. Para ello, se consideró la longitud horquilla (LH) o longitud total (LT), según la morfología de la aleta caudal de cada especie. Con los datos obtenidos se generaron las respectivas distribuciones de frecuencias de tallas. En el caso de las principales especies capturadas, se procedió a sexar los ejemplares a fin de obtener las estructuras de talla separadamente para machos y hembras, por mes de muestreo.

Para verificar la similitud de las estructuras de talla mensuales de las especies de peces capturadas, se empleó un contraste de hipótesis, específicamente la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov (Conover, 1999), donde las hipótesis nula y alternativa son definidas como $H_0 : F_1 = F_2$ y $H_a : F_1 \neq F_2$, respectivamente. Para ello, F_1 y F_2 corresponden a los respectivos pares de distribuciones de frecuencias de tallas contrastados. Igualmente, se estimaron las proporciones sexuales globales mensuales y la

proporción sexual a la talla, de las principales especies extraídas, donde para una especie en particular, ésta correspondió al número de machos sobre el total de los ejemplares capturados de dicha especie (Fig. 7).

Una vez identificadas las especies, se cuantificó la captura por especie, en número, registrando su nombre vernacular, fecha y el nombre de la embarcación, información que se anexó con la georreferenciación del lugar de extracción y material fotográfico de la especie. Se registró el destino de los ejemplares capturados (en número), según el siguiente criterio: 1. Carnada de peces, 2. Carnada de langostas: 2a) Entero, 2b) Parcial, 3. Consumo directo: 3a) Entero, 3b) Parcial, 4. Venta: 4a) Entero, 4b) Parcial (Fig. 8). Se consideró como criterio general que el criterio de “parcial” equivaldría al 50% en número del ejemplar registrado, a no ser que el muestreador precisase la fracción empleada.



Figura 7. Algunas especies de peces capturadas en la isla Robinson Crusoe. A) jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*), B) anguila (*Gymnothorax porphyreus*), C) jerguilla de Juan Fernandez (*Girella albostrata*), D) breca (*Nemadactylus gayi*), E) vidriola (*Seriola lalandi*) y F) bacalao de Juan Fernández (*Poliprion oxygeneios*).

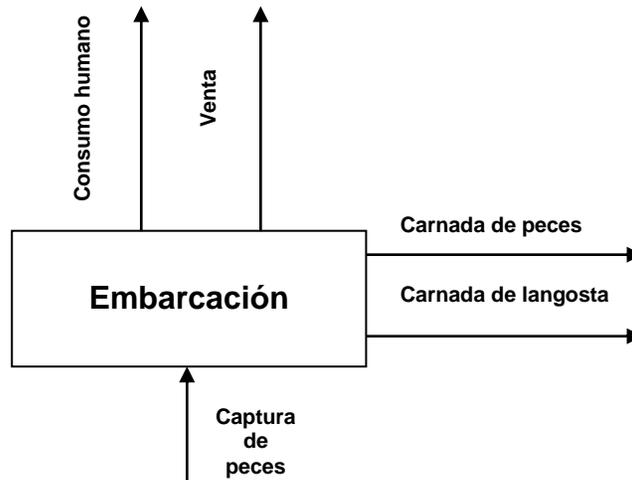


Figura 8. Diagrama de origen y destino de peces capturados durante la operación de pesca.

Cuantificación de la captura total (número)

A partir de los registros indicados, para cada especie íctica se estimó la captura (en número) para el total de la temporada de langosta, conforme al estimador de razón de la captura por salida de pesca, considerando que la captura total estimada de la especie íctica “i-ésima” para el periodo Δt en que se realizó el muestreo corresponde a:

$$\hat{C}_{i\Delta t} = \frac{c_{i\Delta t}}{f_{\Delta t}} F_{\Delta t}$$

donde:

$\hat{C}_{i\Delta t}$: Captura total estimada de una cierta especie íctica i-esima para el periodo Δt en que se realizó el muestreo.

$c_{ij\Delta t}$: Captura observada de la especie “i-ésima” en una muestra de aleatoria de viajes de pesca obtenida en el periodo Δt .

$f_{j\Delta t}$: Unidad de esfuerzo observada, muestra aleatoria de viajes de pesca obtenida en el periodo Δt .

$F_{j\Delta t}$: Esfuerzo ejercido por la flota durante el periodo de muestreo, según registro de las salidas de pesca en la Capitanía de Puerto de San Juan Bautista.

Por otro lado, a partir de la definición del destino de los ejemplares capturados (según ya se ha indicado), se estimó la captura por especie por destino $\hat{C}_{ki\Delta t}$, según:

$$\hat{C}_{ki\Delta t} = \hat{C}_{i\Delta t} * \tilde{w}_{ik}$$

donde:

\tilde{w} : proporción media destinada al destino “k” de la especie i-ésima.

Adicionalmente, se determinó una segunda muestra aleatoria de viajes de pesca mediante encuestas llevadas a cabo a los patrones de las embarcaciones durante la recalada de las embarcaciones a fin de registrar la captura por viaje de pesca por especie, $C_{i\Delta t}$. Al respecto, y debido al diferente grado de exactitud de ambas fuentes de información (observadores a bordo y encuestas), ambas no fueron mezcladas, obteniéndose así para el período de muestreo Δt una segunda estimación de la captura total por especie íctica “i”: y de la captura por especie por destino: $\hat{C}_{ki\Delta t}$.

Para ello, el consultor llevó a cabo encuestas aleatoriamente aproximadamente dos días por semana, durante lapsos acotados en torno a dos horas, en el lugar de desembarco de los botes, esto es, el muelle del pueblo San Juan Bautista, a la hora estimada de recalada, es decir, a partir de las 19:00 hrs. aproximadamente (Arana *et al.*, 2006a), donde el número de encuestas dependió del número de salidas de pesca que realizaron las embarcaciones, en directa relación con la abertura o cierre del puerto, según condiciones climáticas, y de la colaboración del encuestado.

Al respecto, cabe precisar que la unidad de esfuerzo observada, correspondiente al número de viajes de pesca de la muestra aleatoria $f_{j\Delta t}$, independientemente si era obtenida por monitoreo de observadores o registrada mediante encuestas, se concibe como número de viajes, considerando que corresponden a mareas de 12 hrs de duración aproximadamente.

Cuantificación de la captura total (peso)

Se llevó a cabo una estimación de la captura en peso para cada una de las principales especies, para ello, se trasladó una muestra por especie a tierra, estimada en aproximadamente un mínimo de 30 ejemplares, a la cual se le determinó una relación talla-peso, mediante el registro de las tallas con un ictiómetro (± 1 cm de precisión) y el peso mediante el empleo de una balanza electrónica (± 1 gr de precisión) (Fig. 9).

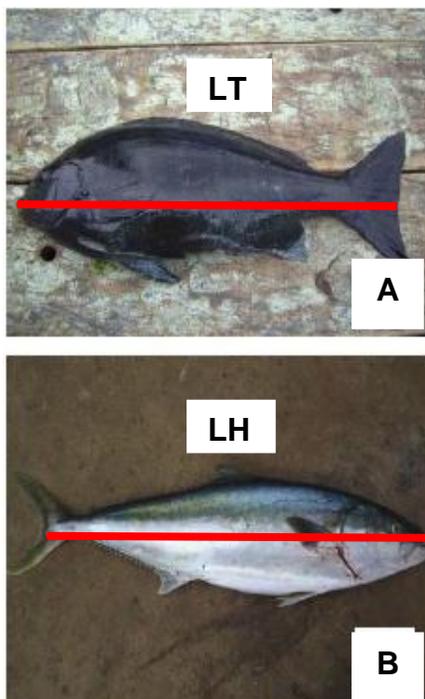


Figura 9. Longitud total (LT) y longitud horquilla (LH), de un ejemplar de jerguilla de Juan Fernández (A) y vidriola (B).

Con el fin de llevar a cabo el ajuste de los datos se consideró una relación de poder del tipo: $Peso_l = b_0 * (talla_i)^{b_1} * \mu_l$, mediante ajuste no lineal, según minimización de la suma del error cuadrático (SCEerror) por rutina Raphson-Newton (Burden & Faires, 2002). Para la estimación de la captura total en peso durante el monitoreo, se estimó el peso promedio de los ejemplares, según su talla media (longitud horquilla o total, según corresponda) y la relación talla-peso ya indicada, de acuerdo a:

$$\widehat{CP}_{i\Delta t} = \widehat{C}_{i\Delta t} \sum_{l=1}^L \widehat{p}_l m_l$$

donde:

\widehat{p}_l : peso medio esperado a la talla l-ésima, según relación talla-peso para la especie i-ésima,

m_l : proporción de peces de la especie i-ésima, a la talla l-ésima, siendo el total de las categorías de talla.

Igualmente la captura en peso los ejemplares capturados por especie y por destino $\widehat{CP}_{ki\Delta t}$, según:

$$\widehat{CP}_{ki\Delta t} = \widehat{CP}_{i\Delta t} * \widetilde{w}_{ik}$$

donde:

\widetilde{w} : proporción media destinada al destino "k" de la especie i-ésima.

Cuantificación de la captura para carnada

a) Carnada por trampa.

Durante la ejecución del monitoreo, se registró para cada trampa langostera calada, el número total de peces (en número) y modo de empleo (entero o parcial), utilizado como carnada, a fin de estimar la carnada media empleada por trampa calada.

b) Composición por especie de carnada por trampa.

Los ejemplares de peces que, durante el monitoreo, fueron utilizados como carnada al interior de cada trampa langostera calada, tal cual se ha indicado con anterioridad, se identificaron mediante la información disponible en manuales de campo.

c) Número de trampas y captura total para carnada.

Se cuantificó el número de trampas revisadas por embarcación y salida de pesca en cada salida monitoreada. Igualmente, se determinó el número promedio de trampas mensuales que los dueños de embarcaciones mantienen caladas en la pesquería de langosta de Juan Fernández. Para ello, se llevó a cabo una encuesta a realizar mensualmente a los dueños de embarcaciones.

Para la estimación del total de captura por especie, tanto en número como en peso, se empleó la información recopilada en los ítem a) y b) ya indicados previamente. La información fue desglosada mensualmente, a fin de obtener un indicador promedio de la carnada empleada por trampa de langosta, por especie y modo de empleo. Igualmente, considerando dicho indicador promedio y el número de trampas mensuales promedio por cada dueño de embarcación, se estimó la captura total de pesca de peces para su empleo como carnada durante el periodo monitoreado.

Eficiencia de carnada

Durante el monitoreo, personal técnico de la PUCV registró para cada trampa revisada, la captura de langosta de Juan Fernández en unidades, desglosando los registros en número de ejemplares comerciales y no comerciales, de acuerdo a la normativa vigente, es decir, considerando como comerciales a los especímenes con un tamaño igual o superior a los 115 mm, medidos desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón, que no presenten huevos visibles (Ver Anexo 1). Al complementar dicha

información con las características de la carnada empleada por trampa (cantidad), se estimó la eficiencia por trampa calada en términos de la proporción: peso de captura de langosta comercial / peso de carnada por trampa. Para ello, se consideró que en promedio, una langosta proveniente de la fracción comercial pesa 762 g, mientras que una langosta proveniente de la captura total (comerciales y no comerciales) pesa en promedio 567 g, según información recopilada por el Consultor (Arana *et al.*, 2006a). El peso de la carnada, se estimó según procedimiento explicado anteriormente en términos de estructura de tallas y relación talla-peso.

Talla de madurez sexual (TMS)

El tamaño de madurez sexual es de importancia fundamental para manejo pesquero, particularmente, cuando se calcula la tasa potencial de desove. El método más comúnmente empleado para estimar este parámetro biológico-pesquero es mediante el cálculo de la talla media de madurez sexual (TPMS o TMS_{50%}), que se define como la longitud a la cual el 50% de las hembras están maduras (Gunderson *et al.* 1980; O'Brien *et al.* 1993). La TPMS se estima ajustando modelos, como por ejemplo el logístico, al porcentaje de ejemplares maduros dentro de una muestra estructurada por clases de tamaño.

Independiente de los modelos usados para estimar la talla media de madurez sexual, se requiere *a priori* que los ejemplares sean clasificados en forma precisa como maduros o inmaduros. Para este propósito varios métodos han sido usados hasta la fecha, entre los cuales se pueden mencionar:

- a) Observaciones macroscópicas del estado de madurez de las gónadas,
- b) Observaciones microscópicas de tejido gonadal medido en condiciones frescas y/o fijado en formalina, donde una muestra de la gónada es utilizada para medir el diámetro de los ovocitos bajo lupa estereoscópica;
- c) Índices de madurez gonadal (Índice Gonadosomático, peso del ovario) y
- d) Uso de placas histológicas de tejido gonadal mediante procedimientos estándares de inclusión y tinción.

La primera aproximación (análisis macroscópico) es de fácil aplicación y de bajo costo, pero es bastante subjetiva debido a que no siempre es factible diagnosticar de esta forma un ejemplar inmaduro de uno maduro, especialmente en el caso de peces desovadores parciales, dado que no es fácil diferenciar hembras recientemente desovadas

de aquellas que no han iniciado aún su actividad reproductiva, generando resultados erróneos o al menos, de baja precisión. Las observaciones microscópicas de tejido gonadal pueden diagnosticar con precisión el grupo modal más avanzado de ovocitos, pero sólo si se conoce con anticipación si la especie es desovador total o desovador parcial (West 1990; Wallace & Selman 1981).

Los índices de madurez gonadal deben ser usados con precaución, sobre todo en especies con desove parcial, debido a que en éstos el IGS sufre drásticos cambios a nivel individual durante el periodo de puesta, por lo que requiere validación antes de ser utilizado, ya sea con propósitos de monitoreo de la actividad ovárica o como medio para diferenciar individuos maduros de individuos maduros (Delahunty & DeVlaming, 1980; DeVlaming *et al.*, 1982).

El cuarto procedimiento provee el medio de mayor resolución para diagnosticar la condición de madurez gonadal, y por consiguiente debería ser utilizado como punto de partida en especies en las cuales la estrategia reproductiva sea desconocida, tal como es el caso de la mayoría de las especies que potencialmente podrían ser capturadas durante el desarrollo del presente proyecto, según los antecedentes expuestos por el consultor conforme a la información biológica-pesquera disponible.

Conforme a lo requerido por los Términos Básicos de Referencia (TBR) del proyecto, para llevar a cabo la estimación de la TMPS para las principales especies de peces capturadas como carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández, se requiere obtener la proporción de ejemplares maduros a la talla para el ajuste del modelo logístico. Para este propósito, se requiere aplicar algunos de los procedimientos ya descritos anteriormente para clasificar los ejemplares maduros e inmaduros.

En este sentido, se debe subrayar que la estrategia reproductiva es desconocida para la mayoría de los peces capturados como carnada, excepto para la vidriola (*Seriola lalandi*), especie bastante estudiada debido a su aptitud para la acuicultura (Tabla 1). Bajo este escenario, el consultor plantea como necesidad el aplicar una técnica de mayor resolución como punto de partida para estimar la TPMS, además del criterio macroscópico, con el fin de mejorar la validez de las conclusiones obtenidas.

Adicionalmente, el estudio plantea desafíos adicionales, dada la variación en la disponibilidad de ejemplares para análisis, condicionada por aspectos biológico-oceanográficos y por operacionales propios de las actividades pesqueras, como lo es la reducción meteorológica que determina la abertura o cierre de puerto y la consiguiente posibilidad de operación de naves.

Tomando en consideración lo anterior, así como las restricciones presupuestarias, se proponen dos alternativas para clasificar la madurez de los ejemplares, según se indica a continuación:

A) Análisis histológico de las gónadas.

- Utilizar análisis histológico en una muestra de 50 ejemplares por especie, de las principales especies capturadas (en términos de frecuencia de ocurrencia) conforme a disponibilidad, para diagnosticar el estado de madurez.
- Emplear el peso del ovario y el tamaño del ovocito como variables predictoras del estado de madurez diagnosticado histológicamente mediante ajuste de funciones de clasificación.
- Clasificar ejemplares de una muestra de 200 ejemplares, para las principales especies capturadas durante todo el monitoreo) mediante uso de las variables predictoras y de las funciones de clasificación.

B) Escala de madurez macroscópica.

- Clasificar la madurez de los ejemplares capturados en forma macroscópica, siguiendo los criterios de clasificación para peces desovadores múltiples descritos por Holden & Raitt (1975) (Tabla 2), asumiendo *a priori* esta estrategia reproductiva para las especies a recolectar.

Tabla 1

Resumen del nivel de conocimiento reportado hasta la fecha sobre algunas especies de peces utilizadas como carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández

Especie	Nombre vernacular	Biología reproductiva
<i>Seriola lalandi</i>	Vidriola	Desovador parcial, con actividad reproductiva en primavera y verano. TPMS (50%)=83-90 cm longitud caudal; IGS es buen indicador de la actividad reproductiva en esta especie (1,2)
<i>Nemadactylus gayi</i>	Breca	No existe información de su biología reproductiva, aunque se ha reportado información sobre el Bilagay (<i>Cheilodactylus variegatus</i>), miembro de la misma familia Cheilodactylidae. Para dicha especie el 50% de los ejemplares maduran a 20,5 cm y 20,6 cm para hembras y macho, respectivamente. El desove ocurre principalmente entre mayo y julio (3)
<i>Pseudocaranx chilensis</i>	Jurel de Juan Fernández	No existe información de su biología reproductiva, aunque la mayoría de los integrantes de la familia Carangidae estudiados hasta la fecha son desovadores parciales
<i>Girella albotriata</i>	Jerguilla de Juan Fernández	No existe información de su biología reproductiva, y la información sobre otros girelidos es también inexistente, incluso en especies chilenas asociadas. Se ha reportado desove en <i>G. albotriata</i> en primavera en el hemisferio norte (4)
<i>Gymnothorax porphyreus</i>	Anguila	No existe información de su biología reproductiva, aunque se ha reportado que la mayoría de la especies del género <i>Gymnothorax</i> son gonocóricas (5). Se ha reportado dos periodos de reproducción de corta duración en un ciclo anual en <i>Gymnothorax equatorialis</i> (6)

Fuente: (1) Poortenaar *et al.* (2001) (2) Gillanders *et al.* (1999); (3) Samane *et al.* (1995) (3) Maeda *et al.* (2002); (4) Fishelson (1992); (5) Lucano-Ramirez *et al.* (2008);

SOBRE OFERTA. Escala de madurez macroscópica

Se confeccionó una escala de madurez macroscópica, la cual fue validada mediante análisis histológicos a fin de generar valiosa información a ser empleada en futuras investigaciones relativas a especies de peces en las islas.

a) Muestreo

Tal cual se indicó, se planificó recolectar una muestra de 200 ejemplares, por especie, durante los ocho meses de monitoreo (oct-mayo), según las condicionantes ya indicadas (principales especies, aspectos operacionales y disponibilidad). Los parámetros biológicos básicos a registrar u almacenar para cada ejemplar recolectado fueron los siguientes:

- Longitud total (LT) u horquilla (LH): Variable medida en cm desde la sínfisis maxilar hasta el extremo cartilaginoso del rayo más corto o mediano de la aleta caudal. La LH fue requerida para agrupar los ejemplares en clases de tamaño para el ajuste de los modelos logísticos.
- Peso del ovario (PG): Variable medida en a una precisión de 0,1 gramos, requerido para cálculos del Índice Gonadosomático.
- Tamaño del ovocito: Medido a 0,01 mm de precisión, utilizando un analizador de imágenes LEICA EZ (versión 1.8).
- Sexo: Diagnostico para efectuar el análisis macroscópico por sexo.
- Extracción de otolitos: Utilizados para el desarrollo de una sobreoferta que se describe oportunamente.
- Fotografía digital de la gónada: Con el fin de caracterizar macroscópicamente las gónadas y para ser comparada con las características microscópicas gruesas de la gónada fijada en formalina. Esta información permitió para generar una tabla de madurez macroscópica propia para cada como resultado del presente estudio.
- Estado de madurez basado en Holden & Raitt (1975): requerido para separar ejemplares maduros e inmaduros para el ajuste del modelo logístico usando este criterio.

b) Tamaño de los ovocitos

Se estimó el tamaño de los ovocitos a partir de la misma submuestra que se utilizó para análisis histológico. Para este propósito, los lóbulos fueron fijados separadamente en una solución de formalina al 10% tamponada con borax. El lóbulo izquierdo fue usado para

construir la distribución de frecuencia de tamaño de los ovocitos. Para este fin, 200 ovocitos elegidos al azar fueron medidos usando un analizador de imagen conectado a una lupa estero-macroscópica. Debido a que la fijación podría alterar la redondez del ovocito, se consideró el promedio de un mínimo de dos mediciones para determinar una media individual (Fig.10), siguiendo los procedimientos descritos por Plaza *et al.* (2007).

El diámetro medio resultante correspondió al tamaño de los ovocitos para cada ejemplar. Este mismo procedimiento fue utilizado para monitorear el tamaño de los ovocitos en el resto de los ejemplares de la muestra mayor recolectada a lo largo del periodo de estudio.

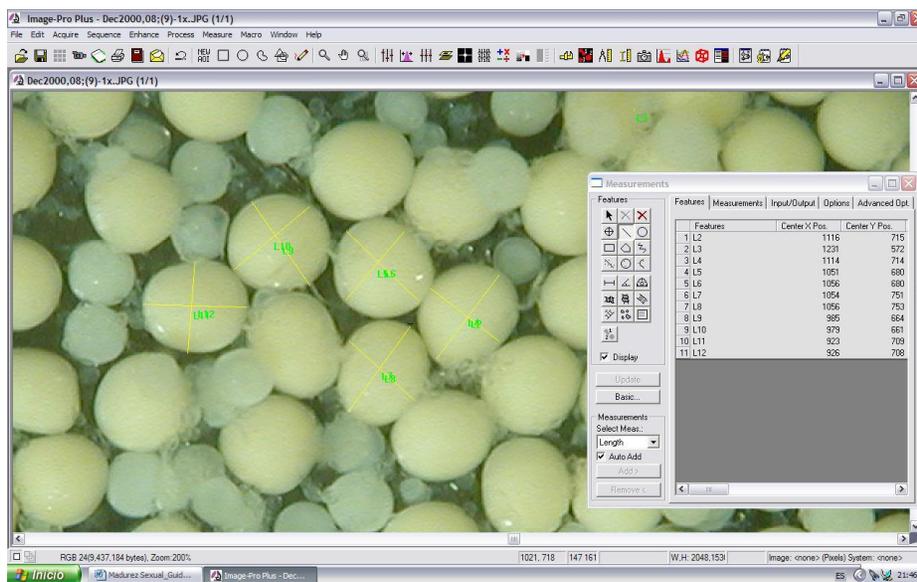


Figura10. Ilustración del procedimiento para determinar el diámetro medio de los ovocitos.

c) Asignación de estado de madurez y generación de funciones de clasificación en la muestra menor

Tal cual se ha indicado, con el fin de clasificar a los individuos de la submuestra como maduros o inmaduros en forma precisa, el desarrollo del ovario se analizó el parénquima ovárico a través de secciones histológicas de una muestra aleatoria de 50

hembras de cada una de las especies recolectadas. El proceder descrito permitió adicionalmente caracterizar la estrategia reproductiva de la especie analizada.

Para ello, el lóbulo derecho fijado en formalina fue post-fijado en una solución Bouin para efectuar análisis histológico del tejido gonadal. El procedimiento histológico siguió técnicas convencionales que incluyen cortes finos de aproximadamente 5-7 μm de espesor, inclusión en paraplast, coloración con hematoxilina de Harris-eosina, y montaje en portaobjetos para observación microscópica.

El análisis histológico también otorgó información sobre el proceso de vitelogénesis y para confirmar la existencia de folículos post-ovulatorios (estructura ampliamente usada como indicador de desove parcial en peces). Esta información, analizada conjuntamente con el análisis del diámetro de los ovocitos permitió determinar la estrategia reproductiva de esta especie.

d) Análisis de clasificación

Una vez obtenida la clasificación histológica se efectuaron dos análisis de clasificación (regresión logística y análisis discriminante) para evaluar la capacidad del peso del ovario y diámetro de los ovocitos en distinguir el estado madurez e inmadurez. Ambas técnicas han sido usadas para clasificar estados dicotómicos como el caso de la madurez sexual (Prager & Fabrizio 1990), definiéndose el modelo:

$$mad = a + b_1 \cdot PO + b_2 \cdot DO + e$$

donde:

Mad: Variable dicotómica con dos categorías, inmaduro y maduro.

PO: Peso del ovario, al cual previamente se le removerá el efecto del tamaño del ejemplar y estado de desarrollo mediante Análisis de Covarianza (Erickson *et al.*, 1985).

DO: Diámetro medio de los ovocitos del estadio más avanzado.

Una vez evaluada la significancia de la clasificación, se generaron los algoritmos de discriminación siguiendo los procedimientos descritos por Huberty (1994), con el fin de

clasificar nuevos individuos a los que se les hayan medido el peso del ovario y el diámetro de los ovocitos. Una vez que los ejemplares fueron asignados a la respectivas clases de madurez (i.e., inmaduro o maduro) los individuos se asignaron a intervalos de clases de 2 cm para posteriormente aplicar el modelo logístico que a continuación se detalla.

e) Estimación de la talla media de madurez sexual

Tanto la aplicación de los criterios macroscópicos de Holden & Raitt (1975) como el método de clasificación propuesto, permitieron obtener la proporción de individuos maduros a la talla. Posteriormente, se exploró la estimación de la TPMS, según se detalla en los siguientes párrafos.

Las relaciones de talla media de madurez sexual fueron establecidas usando un modelo logístico, donde la variable respuesta es una proporción y la variable predictora es continua. La proporción de hembras maduras en cada intervalo de 1 mm de longitud fueron ajustadas al modelo logístico:

$$P_x = \frac{\alpha}{1 + e^{\beta x + \beta_1}}$$

donde:

P_x = proporción de hembras maduras a la talla o edad “x”,

“ α , β ” y “ β_1 ” son la asíntota, pendiente e intercepto, respectivamente.

Para la estimación de los intervalos de confianza al 50% de madurez se consideró la recomendación de Roa *et al.* (1999), quienes sugieren el uso de modelos generales linealizados, bootstrap, o Monte Carlo. Este último fue utilizado en la presente propuesta y se describe a continuación.

El método de Monte Carlo consiste en el re-muestreo computacional de uno de los parámetros de la ecuación (2) en función del otro, utilizando la ecuación 3.

$$l_{p\%} = \frac{1}{\beta_1} \ln \left[\frac{1}{P} - 1 \right] - \frac{\beta_0}{\beta_1} \quad (2)$$

$$\begin{aligned}\beta_{1,j} &= \hat{\beta}_1 - \gamma_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1} \left[\frac{\hat{s}_{\hat{\beta}_1}}{\hat{s}_{\hat{\beta}_0}} \right] \hat{\beta}_0 + \gamma_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1} \left[\frac{\hat{s}_{\beta_1}}{\hat{s}_{\beta_0}} \right] \beta_{0,j} \\ &= \hat{\beta}_1 + \gamma_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1} \left[\frac{\hat{s}_{\hat{\beta}_1}}{\hat{s}_{\hat{\beta}_0}} \right] \left[\hat{\beta}_{0,j} \hat{\beta}_0 \right]\end{aligned}\quad (3)$$

donde $\gamma_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1}$: coeficiente de correlación entre los estimadores.

$\hat{s}_{\beta_0}; \hat{s}_{\beta_1}; \gamma_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1}$: son sus respectivos errores estándar, proviniendo estos tres términos de la matriz de covarianza de los estimadores.

En la ecuación (3) se muestra computacionalmente β_1 en función de β_0 aunque también se puede hacer de manera inversa debido a que ambos estimadores son variables aleatorias.

La varianza de β_1 es la varianza debida a la relación lineal con β_0 más una varianza residual no explicada por la relación. La varianza debida a la relación es transferida directamente desde β_0 a β_1 a través del remuestreo de Monte Carlo y su mapeo sobre β_1 usando la ecuación (3). La varianza residual debe ser sumada en cada iteración como sigue:

$$\hat{s}_{\hat{\beta}_1, residual}^2 = \hat{s}_{\hat{\beta}_1}^2 \left(1 - \hat{r}_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1} \right)$$

donde $\hat{r}_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1}$ es la proporción de varianza debida a la relación lineal.

SOBRE OFERTA. Edad y crecimiento de las especies recolectadas

Es bien conocido que la distribución de edades y los patrones de crecimiento de un recurso dado son aspectos fundamentales para su manejo pesquero. Por ejemplo, información de crecimiento y mortalidad alimentan algunos modelos de dinámica de poblaciones que se traducen en recomendaciones para lograr un mejor manejo y sustentabilidad del recurso (Casselman 1987; DeVries & Frie 1996). Por lo tanto, en el caso particular de la presente propuesta se propone efectuar un estudio exploratorio de edad y crecimiento de las especies derivadas de los muestreos biológicos. Aunque la mayoría de las especies que se utilizan como carnada en la pesquería de langosta no constituyen

recursos pesqueros propiamente tales, el carácter endémico de muchas de ellas gatilla la necesidad de levantar información para estudios futuros de manejo y conservación. La necesidad de levantar información básica sobre los parámetros de la historia de vida de estas especies, adquiere especial importancia debido a que el Archipiélago de Juan Fernández es considerado una Reserva Mundial de la Biosfera por la UNESCO.

En el contexto de la presente sobreoferta, hay escasa información de edad y crecimiento sobre especies factibles de ser capturadas en la Pesquería de Langosta, excepto para *Seriola lalandi*, especie de importancia comercial ampliamente distribuida en el hemisferio sur (Tabla 2). Por consiguiente, la recolección de ejemplares que llevada a cabo para determinar la talla media de madurez sexual, se convierte en una magnífica oportunidad para levantar información adicional sobre edad y crecimiento, optimizando de esta manera los recursos que se destinan a este proyecto. El supuesto principal detrás de este enfoque, es que sería posible observar bandas hialinas y opacas en los otolitos de estas especies, con una resolución suficiente que permitan su cuantificación, ya sea en lectura superficial de otolitos enteros, o a través de secciones de los mismos. La capacidad de los otolitos para registrar la edad en especies cercanas sustenta *a priori* esta inferencia (Fig. 11, Tabla 2).

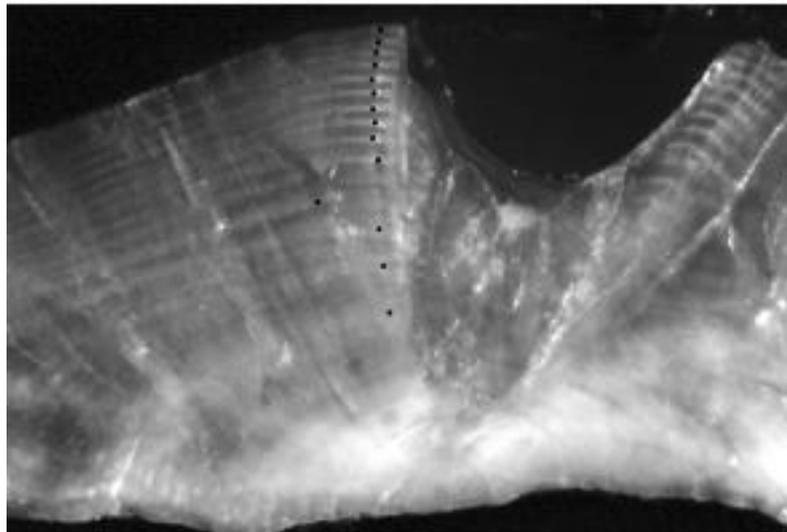


Figura 11. Sección transversal de un otolito de *Girella cyanea*. Cada marca indica la zona opaca que se forma en cada invierno en esta especie (Reproducido de Ferrel, 2004).

Tabla 2

Resumen del nivel de conocimiento reportado hasta la fecha sobre edad y crecimiento de algunas especies de peces utilizadas como carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández

Especie	Nombre Común	Información sobre edad y Crecimiento
<i>Seriola lalandi</i>	Vidriola	Especie de crecimiento rápido en los 2 primeros años de vida; máxima longevidad reportada= 21 años a los 136 cm de longitud caudal. No existen diferencias en las tasas de crecimiento entre sexos (1). Los otolitos ofrecen una buena resolución para datar a esta especie (2).
<i>Nemadactylus gayi</i>	Breca	Un estudio efectuado utilizando escamas reportó edades entre 1 y 8 años para individuos entre 15 y 62 cm (X) y ausencia de diferencias significativas en la relación talla-edad entre sexos. Díaz (1982). Estimación lepidométrica de la edad y del crecimiento de la Breca (<i>Acantholatris gayi</i>) del archipiélago de Juan Fernández. Tesis para optar al Título de Ingeniero Pesquero. Escuela de Ciencias del Mar. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
<i>Pseudocaranx chilensis</i>	Jurel de Juan Fernández	No existe información sobre edad y crecimiento de esta especie, aunque sí la hay para otros miembros de la familia Carangidae. Los miembros de esta familia son especies de crecimiento rápido con longevidades de entre 3 y 25 años (3; 4). Para la determinación de edad comúnmente se han usado otolitos en lectura superficial
<i>Girella albostrata</i>	Jerguilla	No existe información sobre edad y crecimiento sobre esta especie, aunque algunos estudios sobre otros miembros del género, han reportado longevidades de entre 6 años en <i>G. punctata</i> en aguas japonesas (5) hasta 40 años en <i>Girella cyanea</i> (6). En esta última se ha validado la periodicidad anual de los <i>anulli</i> en otolitos, los cuales también presentan una buena resolución para la determinación de edad en esta especie (Fig. 11).
<i>Gymnothorax porphyreus</i>	Anguila morena	No existe información sobre edad y crecimiento en esta especie utilizando estructuras duras, y tampoco sobre especies emparentadas a nivel de género y/o familia Muraenidae

Fuentes: (1) Stewart *et al.* (2004); (2) Gillanders *et al.* (1999); (3) Barr *et al.* (2008); (4) Kochkin (1994); (5) Maeda *et al.* 2002; (6) Ferrell (2004).

- Recolección y Preparación de Otolitos

Los otolitos sagitales de *N. gayi* y *P. chilensis* fueron extraídos y almacenados en micro-tubos de polietileno debidamente rotulados, para su análisis posterior. Los otolitos de ambas especies fueron delgados y lateralmente comprimidos con marcas hialinas y opacas visibles en lectura superficial (Fig. 12). Para el caso de *N. gayi* los otolitos sagitales fueron hidratados por seis horas previo a la observación. En *P. chilensis* la mejor resolución se obtuvo con observación directa. En ambas especies la mayor resolución de los anulos se observó hacia el cauda y el rostro. Las lecturas se efectuaron usando una Lupa Leica entre 12X y 16X de magnificación con luz reflejada. La edad total correspondió al promedio de dos lecturas y sólo se leyeron los otolitos derechos de mayor resolución, cuando éste no estuvo disponible se utilizó el otolito izquierdo asumiendo ausencia de diferencias significativas en la edad.

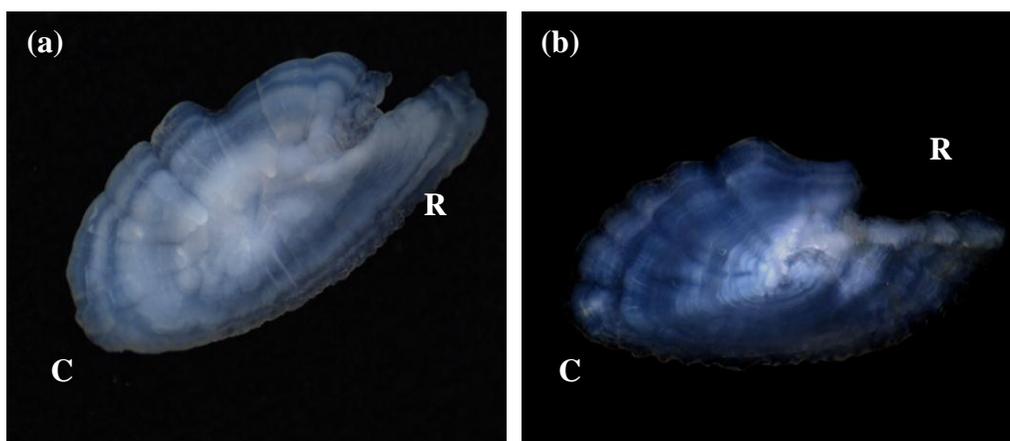


Figura 12. Fotografías ilustrativas de otolitos sagitales izquierdos de a) breca (*Nemadactylus gayi*; Longitud de Horquilla LO= 23 cm) y b) jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*; LO=23 cm). C=Cauda; R= rostro.

- Lectura y análisis de la información

La estimación de los parámetros de crecimiento puede obtenerse mediante dos enfoques: (i) A través de información de talla-edad al momento de la captura y (ii) mediante retro-cálculo. El primer método requiere tener información de talla- edad en todo el rango de talla, desde juveniles hasta adultos, para posteriormente ajustar modelos de crecimiento. El segundo enfoque sólo requiere individuos adultos a partir de los cuales se puede reconstruir

las longitudes previas. Ambos métodos no son estrictamente comparables desde el punto de vista estadístico (*i.e.*, no se pueden mezclar los datos para un ajuste común; Francis, 1998). Sin embargo, las conclusiones sobre la estimación de los parámetros derivados de análisis separados debiesen ser consistentes. El carácter exploratorio de la presente sobreoferta ameritó que se desarrollasen ambos enfoques, procediéndose como sigue:

Los otolitos (enteros y/o seccionados) fueron analizados a través de una unidad de analizador de imágenes, que incluyó una lupa estero-microscópica, cámara de video y software. Las lecturas se llevaron a cabo al azar desconociendo sexo y talla de los individuos. Las medidas que se registraron fueron:

- Longitud total de otolito (LO): medida desde extremo del rostro hasta el extremo del cauda (Fig. 13a).
- Radio Caudal (RC): medida desde el núcleo hasta el extremo del cauda (Fig. 13b).
- Radio Rostral (RR): medida desde el núcleo hasta el extremo del rostro (Fig. 13c).
- Radio de los anillos ($r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$) medidas al extremo posterior del borde de las marcas hialinas (Fig. 13d).
- Características ópticas del borde del otolito (*i.e.*, O=opaco; Op= opaco pequeño; H= hialino; Hp; Hialino pequeño. Aunque no fue posible efectuar un proceso de validación de los *anulli* la información generada se dejó registrada para ser utilizada como complemento en análisis posteriores de validación.

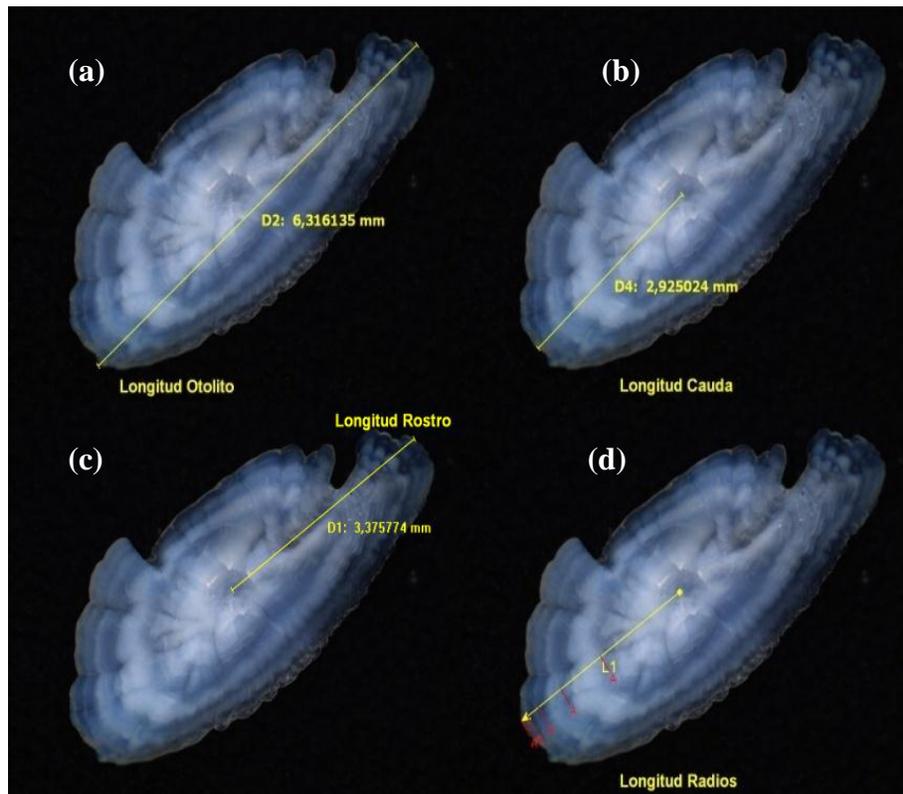


Figura 13. Fotografías de un otolito sagital izquierdo de la breca (*Nemadactylus gayi*) ilustrando el procedimiento utilizado para medir la Longitud del Otolito (LO; a); el Radio Caudal (RC; b), el Radio Rostral (RR; c) y las medidas de radio a cada edad (d)

- Parámetros y función de crecimiento

Una vez obtenida la información de talla-edad, ya sea a la fecha de captura o mediante retro-cálculo, se procedió a ajustar el modelo de crecimiento de von Bertalanffy que se describe como sigue:

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_o)})$$

Donde L_t es la longitud media a la edad t , y L_∞ es el máximo tamaño o longitud asintótica, “ K ” es la tasa de crecimiento vinculada a la forma de la curva, y t_o representa la

edad teórica a la cual la longitud media podría ser cero. El ajuste del modelo a los valores de talla edad se efectuó a través del método de máxima verosimilitud disponible en módulos de regresión no lineal, en el programa SPSS. Debido a que no fue posible modelar el crecimiento en peso debido que no se pudo contar con el peso individual. Debido a que sólo se efectuó un análisis global no se efectuaron comparaciones en los parámetros de crecimiento entre sexos.

Manuscrito en inglés para publicación

Se encuentran en preparación dos manuscritos para publicación. El primero aborda temáticas relativas a historia de vida, es decir, reproducción y crecimiento, de las principales especies de peces capturadas en el archipiélago, en tanto el segundo considera aspectos relativos con la operación y rendimientos de pesca langosteras en Robinson Crusoe/Santa Clara.

OBJETIVO N°3. IDENTIFICAR Y EVALUAR ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE CARNADA EN LA ACTIVIDAD PESQUERA DE *J. frontalis*.

Identificación de tipos de carnada y modos de empleo

Conforme a lo solicitado en los Términos Básicos de Referencia, se llevó a cabo un exhaustivo análisis bibliográfico de publicaciones técnicas relacionadas con el empleo de carnada, en particular en términos de sus características (tipo, cantidad, manipulación, etc.), en la pesca de crustáceos en general, y en particular, en especies de langosta.

Así, la búsqueda inicialmente se concentró en especies de la familia Palinuridae, es decir, langostas espinosas, conocidas también como “langostas espinudas”, “langostas sin quelas”, “crayfish” o “crawfish”. Para ello, se puso énfasis en los géneros de langostas que constituyen las principales pesquerías en el mundo, es decir, *Jasus* y *Panulirus*.

De este modo, el género *Jasus* comprende las especies *J. verreauxi*, *J. paulensis*, *J. tristani*, *J. edwardsii*, *J. novaehollandiae* y *J. lalandi*, además de *J. frontalis*. Por otra parte, el género *Panulirus* incluye especies como *Panulirus cignus*, *P. argus*, *P. interruptus*, *P. echinatus*, *P. gracilis*, *P. guttatus*, *P. homarus*, *P. japonicus*, *P. longipes*, *P. marginatus*, entre otras, constituyendo las pesquerías de *J. edwardsii*, *Panulirus cignus* y *P. argus* las principales en términos de desembarque (Tablas 3 y 4).

Tabla 3

Especies de langostas del género *Jasus*, explotadas comercialmente, localización e información sobre su pesquería

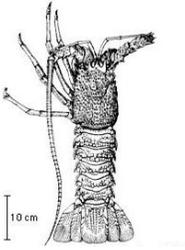
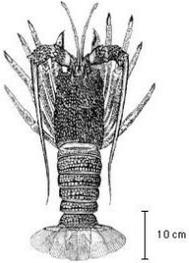
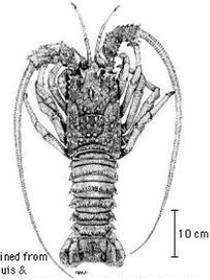
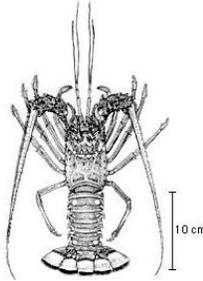
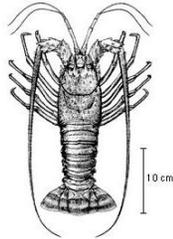
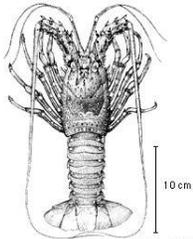
	Especie	Localización	Información Pesquería
<i>Jasus edwardsii</i>		Nueva Zelanda	Trampas y buceo
<i>Jasus lalandi</i>		Namibia y Sudáfrica	Trampas y redes.
<i>Jasus frontalis</i>		Archipiélago Juan Fernández e Islas Desventuradas, Chile.	0 a 200 m. Uso de trampas

Tabla 4

Especies de langostas del género *Panulirus*, explotadas comercialmente, localización e información sobre su pesquería

Especie	Localización	Información Pesquería
<p><i>Panulirus argus</i></p>		<p>Hasta 90 m de profundidad. Principalmente en Cuba, Brasil, Bahamas, USA y Honduras. Uso de trampas, izadas a mano, arpón, arrastre.</p>
<p><i>Panulirus cygnus</i></p>		<p>Hasta 90 m de profundidad. Principalmente en Australia. Uso de trampas.</p>
<p><i>Panulirus longipes</i></p>		<p>En todo el rango de distribución. Buceo, trampas y arpones</p>

En este sentido, cabe indicar que igualmente se recopilaron antecedentes respecto de especies denominadas “langostas verdaderas” o “langostas queladas”. Así, se incluyó la subfamilia Nephropinae, en particular el género *Homarus*, dada la importancia de la pesquería que se desarrolla en el hemisferio norte basada en la explotación de *Homarus americanus* y *Homarus gammarus*. Se consideraron igualmente otras pesquerías de crustáceos que pudieran entregar antecedentes respecto de carnada, como las basadas en la extracción de cangrejos braquiuros.

La información fue obtenida recurriendo a buscadores especializados en publicaciones técnicas, tales como Scopus, preferentemente en publicaciones SCIELO e ISI, además de datos disponibles en línea respecto de patentes de carnada de langosta. En este sentido, adicionalmente a la caracterización de las carnadas en términos de tipo, cantidad y manipulación, se recopiló información respecto a experiencias relativas al desarrollo de carnadas alternativas para crustáceos, así como análisis relativos a la reacción de crustáceos frente a distintos tipos de carnada.

Alternativas tecnológicas de carnada

Dada la multiplicidad de posibles alternativas a explorar, con el fin de acotar la propuesta de alternativas de carnada, se llevó a cabo un análisis preliminar de la información disponible para establecer la situación actual. Para ello, se tomó en cuenta la información pesquera recopilada en las islas, cuyo estudio más actualizado fue llevado a cabo por la Pont. Universidad Católica de Valparaíso durante la temporada 2005/2006 (Arana *et al.*, 2006a).

A partir de la base antes indicada, se identificaron las causas del problema, el cual es definido por los TBR como el impacto en especies de peces debido a su empleo como carnada. Para ello, y dada la multiplicidad de causas posibles, con el fin de clarificar el problema, se desarrolló preliminarmente un diagrama causas-efecto, conocido también como “fish bone” o “diagrama de Ishikawa”, estructurándolo en cinco grupos: métodos, equipos, personas, materiales, medio ambiente (Fig. 14).

Considerando el diagrama causas-efecto indicado, se identificaron las siguientes causas, a cada una de las cuales se indica su respectiva explicación:

1. *Personas:*

-Costumbre: Debido a factores culturales relacionados con la tradición o la percepción de una mejor calidad de carnada la explotación se focaliza en la búsqueda de algunas especies de peces.

2. *Equipos:*

- Tipo de aparejo: Debido a razones normativas, la explotación de la especie objetivo se realiza exclusivamente con trampas, un aparejo pasivo que requiere de un attractante para llevar a cabo la captura.

- Falencias en preservación: La inexistencia de equipos capaces de preservar las especies capturadas para carnada impide la programación de las tareas de captura, generando desequilibrios entre oferta y demanda, y por consiguiente, desperdicio.

- Diseño del aparejo: El diseño de las trampas podría generar pérdida de carnada debido a desprendimientos accidentales o facilidades de predación por parte de otras especies.

- Mejoras tecnológicas: La introducción de viradores mecánicos para trampas en las embarcaciones ha incrementado el número de aparejos por temporada, aumentando la demanda por carnada.

- Características tecnológicas: El tipo de embarcación, así como los aparejos disponibles para la captura de peces obstaculizan la diversificación de la pesca hacia otras especies.

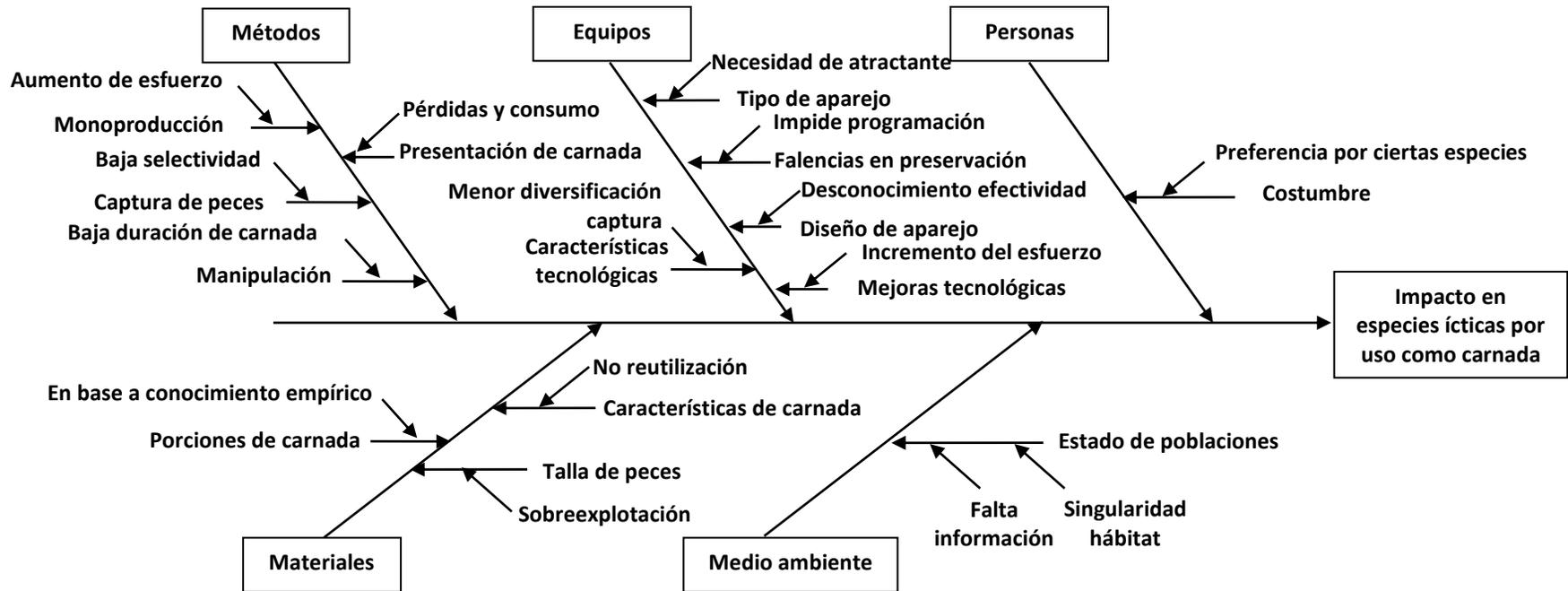


Figura 14. Diagrama causa-efecto para caracterizar el impacto sobre especies ícticas por su uso como carnada para capturar langosta de Juan Fernández.

3. Métodos:

- Monoproducción: La focalización de la actividad económica en la pesca, y en particular del esfuerzo pesquero en la extracción de langosta genera fuerte demanda por carnada.

- Presentación de la carnada: La manera en que se dispone la carnada al interior de la trampa, trozos de pescado libres en su interior, podría generar desperdicio al ser consumida rápidamente por los primeros ejemplares capturados de la especie objetivo, además de pérdidas por desprendimientos o predación por otras especies.

- Captura de peces: La pesca de especies ícticas por salida de pesca se realiza escalonadamente, desde peces pelágicas de talla pequeña, los que son a su vez empleados como carnada de especies pelágicas o demersales de talla grande, favoreciendo su eventual sobreexplotación por crecimiento (extracción de la fracción juvenil).

- Manipulación: La carnada no es sometida a ningún tipo de manipulación que favorezca su preservación antes de ser empleada o durante su uso, implicando menor duración y desperdicio.

4. Materiales:

- Porciones de carnada: La cantidad de la carnada por trampa se determina en base a la percepción de cada pescador y a la captura de peces, desconociéndose si es posible reducir la cantidad de carnada sin sacrificar la CPUE de langosta.

- Talla de peces empleados: La captura de peces se lleva a cabo sin recomendación o regulación alguna respecto de su talla mínima legal de captura, favoreciendo la pesca de la fracción juvenil y una eventual sobreexplotación por crecimiento.

- Características de la carnada: El consumo de la carnada y su descomposición al interior de la trampa impide su reutilización, impidiendo reducir la demanda de especies icticas para carnada.

5. Medio ambiente:

- Estado de las poblaciones de peces: El desconocimiento de la dinámica de las poblaciones de peces, así como la complejidad de las interrelaciones del ecosistema, obstaculiza el realizar diagnósticos respecto de su estado, igualmente, la existencia de un hábitat singular permite suponer su mayor fragilidad ante la acción antrópica.

A partir de lo anterior, el consultor planeó abordar el problema considerando las siguientes causas: Presentación de la carnada, Falencias en preservación, Manipulación, Talla de peces empleados, Porciones de carnada y Características de carnada, todas consideradas de alto impacto, y en su mayoría de relativamente fácil implementación (Tabla 5). Para ello, el proponente consideró las siguientes alternativas:

- a) Para el tipo de carnada empleada:
 - a.1. Modificar su presentación.
 - a.2. Modificar porciones de carnada.

- b) Modificar el tipo de carnada empleada:
 - b.1. Desarrollar una carnada nueva.

Ambas, considerando como marco la extracción de peces, sobre la recomendación de tallas mínimas de captura de especies ícticas (según Talla de madurez sexual).

Modificar presentación y porciones de carnada.

Se evaluó modificar la manera en que la carnada es dispuesta al interior de las trampas langosteras. Para ello, se planteó considerar algún recipiente o rejilla que permita la difusión en el medio acuático de las sustancias químicas que actúan como atractante, con lo cual se espera impedir u obstaculizar el consumo de carnada por parte de las langostas capturadas o algún otro tipo de predador, el prevenir su desprendimiento y eventualmente, aumentar su vida útil. Dado el efecto ya descrito que tendría el uso del recipiente, se buscó reducir las porciones de carnada a emplear al interior de cada trampa calada, logrando así una disminución en la cantidad de pesca demandada para su uso como carnada.

Con dicho fin se evaluaron dos alternativas, la primera consistió en el empleo de recipientes plásticos (PE) perforados provistos de tapa de 20 cms de largo y 8 cms de diámetro, mientras que en el segundo caso, se utilizaron recipientes contruidos de paños de red con nudo, tipo anchovetera, de 9/16" de tamaño de malla y aproximadamente 20 cms de largo.

Tabla 5

Causas del impacto en especies ícticas dado el uso de carnada de langosta, grado de dificultad en su implementación y nivel de impacto estimados

		IMPACTO	
		ALTO	BAJO
IMPLEMENTACIÓN	FACIL	<ul style="list-style-type: none"> -Presentación de la carnada. -Captura de peces. -Manipulación. -Talla de peces empleados. - Porciones de carnada. 	
	DIFICIL	<ul style="list-style-type: none"> -Tipo de aparejo. -Falencias en preservación -Mejoras tecnológicas. -Características tecnológicas -Monoproducción. -Características de la carnada -Estado de las poblaciones de peces. 	<ul style="list-style-type: none"> -Costumbre. -Diseño del aparejo.

Igualmente, el tamaño de la porción “estándar” fue establecido en dos ejemplares de breca de talla promedio. La evaluación se llevó a cabo durante faenas de pesca en la isla Robinson Crusoe, para lo cual se buscó como objetivo determinar la influencia del tipo de presentación y el tamaño de la carnada en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), expresada como unidades de langosta capturadas por trampa virada. Para ello, se consideró dos factores: presentación y tamaño de porción, con dos niveles: libre (PA) – recipiente (PB) y tres niveles: estándar (TA) - 50% peso estándar (TB) - 25% peso estándar (TC), respectivamente.

La unidad experimental fue el lance de pesca (asociado a una trampa), y la influencia de los factores se determinó, según diseño completamente aleatorizado completo de dos factores, mediante ANOVA, según modelo: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$.

donde:

Y_{ijk} : CPUE del tratamiento i -ésimo del factor α y j -ésimo del factor β , para la k -ésima réplica.

α_i : Efecto en la CPUE debido al nivel i -ésimo del factor α (presentación).

β_j : Efecto en la CPUE debido al nivel j -ésimo del factor β (tamaño porción).

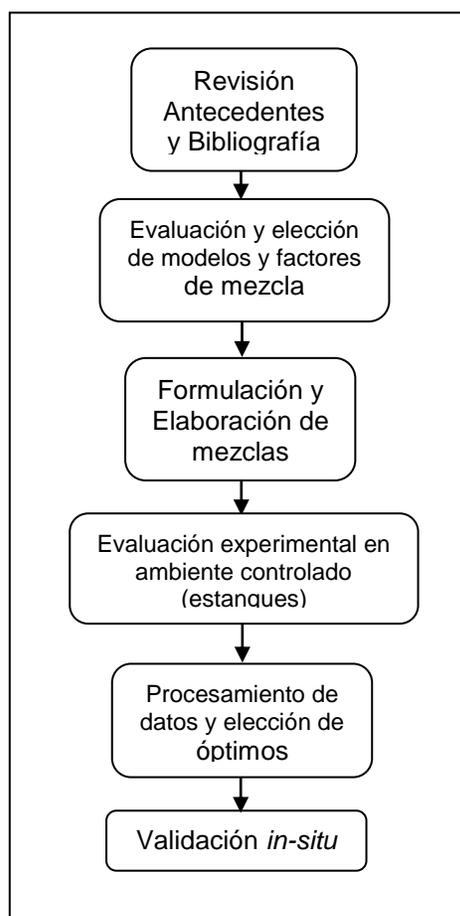
$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto en la CPUE, debido al efecto conjunto de los niveles i -ésimo y j -ésimo de α y β .

ε_{ijk} : Perturbación aleatoria.

Se consideró réplicas por cada combinación de niveles, conforme a las condiciones meteorológicas que determinan las posibilidades de operar en el mar en aguas del archipiélago.

Desarrollar una nueva carnada para la langosta de Juan Fernández.

A continuación, se incluye la totalidad de las etapas correspondientes al trabajo experimental asociado al cumplimiento del objetivo específico nº 3 del Proyecto FIP Nº 2009-31. "Alternativas de carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández, para disminuir el impacto sobre especies ícticas en el archipiélago". El conjunto de actividades planificadas para dar cumplimiento al presente objetivo específico contempla:



Es importante remarcar que una de las metas del presente trabajo de investigación plantea la necesidad de desarrollar una alternativa de carnada que pueda ser elaborada en la Isla de Juan Fernández por los propios pescadores, capaz de desarrollar una importante capacidad de atracción sobre el recurso objetivo, racionalizando la masa de especies ícticas requeridas para su elaboración, así como, aumentar su vida útil. A este respecto, es muy importante que exista la posibilidad de ser reutilizada manteniendo sus características de estructura y poder de atracción por un mayor periodo de tiempo.

Antecedentes recopilados respecto a formulación de carnadas

Los productos marinos son una relevante fuente de proteína animal para una gran proporción de la población humana. Una parte creciente de esta fuente proviene de la acuicultura, aunque la captura de productos del mar silvestres, continúa siendo la mayor proporción de aprovisionamiento global. Esta situación convierte la sustentabilidad de los sistemas de productos marinos en un tema muy relevante e importante de conocer y entender (Harnish & Martin, 2009).

Muchas pesquerías actualmente en explotación hacen uso de sistemas de carnada para atraer su objetivo de pesca. Éstas son consumidas tanto por la pesca objetivo como por la fauna acompañante generando un problema de manejo, no obstante la calidad y cantidad de la carnada no forma parte de las estadísticas de las pesquerías comerciales y raramente han sido estudiadas científicamente (Harnish & Martin, 2009).

En relación a pesquerías de langosta Waddington & Meeuwig (2009) informaron que en determinados sitios de Australia durante la temporada de pesca 2005-2006, alrededor de 8,8 millones de trampas lograron extraer 10.326 toneladas de langosta avaluada en U\$ 289 millones. Esta pesquería contiene en promedio 1,4 kilogramos de carnada por trampa, lo que sugiere que se utilizan alrededor de unas 12.000 toneladas de carnada en dicha pesquería.

Dentro de la actividad de explotación de langosta, la utilización de carnada constituye un elemento muy importante ya que de ella depende en un alto porcentaje el éxito de la captura del recurso. Los primeros estudios de carnada indican que en general el recurso langosta se caracteriza por ser primordialmente carroñera, aunque como predador oportunista se ha podido determinar que no escatima ni selecciona rigurosamente su dieta, incluso que posee cierta preferencia por carnadas frescas ya sea pescado u otras especies de animales (Mohan *et al.*, 1995).

Las evaluaciones de carnadas probadas en langosta, indican que su eficiencia depende de distintos factores, dentro de los que destacan el poder de atracción que ésta tenga sobre la langosta. La eficacia de la mayoría de las carnadas está relacionada con el índice de difusión de las sustancias químicas en el agua. Los componentes químicos

responsables de dicha atracción se asocian a aceites y compuestos solubles que se propagan a partir de la carnada y son detectados por un sistema de quimiosensores de la langosta.

Estudios realizados por Mackie *et al.* (1980) indicaron que una mezcla de compuestos bioquímicos puros mezclados entre sí fue igual de atractiva para los especímenes de langosta que un mix natural de pescados conteniendo dichos compuestos. A partir de esto un número de células quimiosensoriales de diferentes especificidades (simultáneamente estimuladas) obtuvieron una respuesta conductual positiva en la langosta frente a la búsqueda de alimento.

Según Mohan *et al.* (1995) la respuesta de las langostas a varias carnadas parece estar condicionada parcialmente por las preferencias de alimento del momento, debido a que la carnada estimula el olfato y el sabor, siendo ésta, una respuesta específica quimiorreceptora de la langosta, la cual es activada por sustancias químicas particulares, orgánicas o inorgánicas. En este sentido, el éxito de una carnada como un señuelo de pesca, pasa por difundir dichos compuestos químicos lo suficiente dentro de la trampa hasta que la langosta comience a alimentarse. Esto también incluye, que dicha carnada posea la suficiente especificidad de modo que no sea objetivo de peces depredadores no deseados, dado que la presencia de animales de rapiña en la vecindad de las trampas también podría llegar a ser un freno para las langostas.

La sección de la langosta que posee un mayor potencial sensitivo, se encuentra en la parte basal de las anténulas. Una vez excitadas las anténulas, comienza una activación secuencial de distintos quimiorreceptores situados en las patas y partes de la boca, lo cual indica que la carnada ya ha sido detectada, identificada, localizada y está próxima a ser ingerida (Derby, 2000; Atema & Voigth, 1995; Cate & Derby, 2001)

Atema & Voigt (1995) señalan que el género *Jasus* posee la capacidad de distinguir complejas mezclas de olores, a los cuales aprenden a responder de una manera en particular. Esta habilidad de reconocer y aprender de las características de los olores de su medio, permite incrementar la habilidad y eficiencia de búsqueda de alimento, así como también la búsqueda de refugios (Nevitt *et al.*, 2000)

Un problema asociado a las carnadas naturales es el rápido crecimiento de bacterias en las materias primas con que se elaboran, entre ellos proteínas de alta digestibilidad y carbohidratos solubles, siendo las proteínas hidrolizadas o fluidos provenientes del pescado el principal atrayente para la langosta. Considerando este problema, Chanes-Miranda & Viana (2000) propusieron la utilización de carnada artificial usando subproductos de atún preservados como ensilado ácido, extruido en una membrana de celulosa. Esta alternativa se sustentó en mantener un pH bajo, evitando así crecimiento bacteriano, incluso tras 183 días, de esta manera evita la descomposición de la carnada. Esta consideración es de particular importancia ya que la langosta como alimento para consumo humano debe estar libre de microbios, por tanto, será necesario mantener carnadas y langostas en condiciones sanitarias adecuadas. Dentro de los elementos relevantes a considerar para el éxito de una carnada, se encuentra la utilización de ingredientes de bajo costo, un formato de fácil manejo dentro de las embarcaciones, bajo costo de almacenamiento y condiciones microbianas seguras (Chanes-Miranda & Viana, 2000).

Las carnadas utilizadas en la pesca de langosta *Jasus frontalis* en el archipiélago de Juan Fernández corresponden principalmente a mezclas mono y/o multiespecies asociadas a especies ícticas como breca, jurel de Juan Fernández y anguila, entre otros, existiendo sólo información precaria de funcionamiento y eficiencia (Arana, 1983).

Antecedentes sobre posibles tipos de formatos

Dentro de las distintas alternativas de carnada comentadas en la literatura se pueden destacar los cebos tipo embutidos, pellets y ensilado.

Embutidos: Este formato se diferencia de los otros por poseer una matriz tipo cobertura. Esta puede tener diversos orígenes, ya sea tripa natural o artificial, donde la importancia recae en la estabilidad que le da al cebo en sí (en términos de Vida Útil y Mecánica); y a la difusión de los ingredientes activos que ejercen como poder atractante, asociado a la permeabilidad controlada de la tripa (fenómeno de transferencia asociado).

Pellets: Se caracteriza por tener como ingrediente principal harina de origen animal (Rojas & Paredes, 2009). Para su obtención es necesario someter el cebo a un

proceso de Deshidratación y/o Extrusión con el fin de eliminar el alto porcentaje de agua, esto los lleva a ser caracterizados como cebos semi-secos, siendo de gran importancia el mecanismo por el cual se logra la estabilidad en la fracción acuosa, la resistencia mecánica y el deterioro estructural temprano.

Ensilado: Es elaborado en base a subproductos pesqueros, en general subproductos y desechos. En su elaboración normalmente se utilizan dos tipos de técnicas: la utilización de carbohidratos y microorganismos (ensilado biológico) y el acondicionamiento en medio ácido (ensilado químico) que incluye la adición de ácidos tales como: ácido sulfúrico, fórmico, clorhídrico, propiónico o mezclas de acético, fórmico y fosfórico; fórmico y sulfúrico o propiónico y sulfúrico (Copes et al., 2006). Cabe destacar que la elaboración de la base es la misma, la base de subproductos y/o desechos es picada y molida en conjunto con las vísceras, espinas, piel, etc. Luego esta pulpa se sumerge en una mezcla de ácidos (tal como se detalló) para realizar formalmente el ensilado químico o biológico, según sea el caso.

Según Chanes-Miranda & Viana (2000) y Copes *et al.* (2006) luego de mezclar la pulpa con la mezcla de ácidos, se puede agregar una fuente de carbohidratos como fuente de glucosa para fortalecer el eventual crecimiento microbiano. Posteriormente, es necesario dejar que esta mezcla se licue por un periodo de 30-60 días, periodo en el cual simultáneamente disminuya el contenido de humedad ya sea por deshidratación inducida o por deshidratación natural (ambiente).

La selección de ingredientes para la formulación de carnadas para alimentación de peces y crustáceos, tiene un impacto directo en la textura, hidroestabilidad, uniformidad, capacidad productiva (extrusión o peletización), factibilidad (costo) y por sobre todo en su calidad nutricional (Bortone, 2002).

Los ingredientes utilizados para la formulación de carnadas corresponden a un conjunto de aditivos ampliamente utilizados en alimentación animal, los que poseen objetivos estructurales, así como también, contribuyen al poder de atracción sobre la presa. Desde el punto de vista estructural destacan ingredientes como el gluten y harina de trigo, gelatina y carboximetilcelulosa.

Dentro de las características funcionales que poseen estos ingredientes destacan las del gluten de trigo, respecto de su poder como aglutinante natural, contribuyendo en la hidroestabilidad de la carnada (Bortone, 2002). La gelatina imparte características estructurales dada su capacidad gelificante y aglutinante (Fennema, 2000). La carboximetilcelulosa aumenta la viscosidad y además puede ser usada como ligante, estabilizante, filmógeno y homogenizante (Amo, 1980). La harina de trigo contribuye a la estabilidad mecánica de las formulaciones, y puede representar entre un 15 a un 70% del total de la formulación (Bortone, 2002). Espinosa & Labarta (1987) mencionan que carnadas elaboradas con ingredientes que poseen un alto contenido de almidón son más apetecidas en peces carnívoros. Las harinas de pescado al presentar un alto contenido proteico, tienen un alto poder de atracción (Mackie *et al.*, 1980).

Asimismo, es importante destacar que estas propiedades se ven potenciadas por el efecto de interacción que presentan estos ingredientes en una mezcla real.

Según la literatura, existe abundante información destinada a la alimentación de peces y crustáceos, las que centran su interés en la cantidad y concentración de nutrientes principalmente, no obstante, existe escasa información que aborde el tema de la capacidad de atracción de las formulaciones, así como su estabilidad *in situ*. En este sentido, la revisión de la literatura permitió obtener los factores comúnmente usados en la elaboración de piensos con fines eminentemente nutricionales y estructurales. Estos se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6
Factores utilizados para formulaciones de alimentos con destino acuícola

Ingrediente	Función	Referencia bibliográfica
Harina de Pescado	Atractante	Jhonston <i>et al.</i> , 2007
		Cox & Davis, 2009
		Rojas & Paredes, 2009
Harina de Trigo	Estructurante	Jhonston <i>et al.</i> , 2007
		Cox & Davis, 2009
		Rojas & Paredes, 2009
		Thompson <i>et al.</i> , 2003
Harina de Krill	Atractante	Jhonston <i>et al.</i> , 2007
		Cox & Davis, 2009
Gluten de trigo	Aglutinante, homogenizante, estructurante	Jhonston <i>et al.</i> , 2007
		Rojas & Paredes, 2009
Lecitina de Soya	Emulsionante	Jhonston <i>et al.</i> , 2007
		Cox & Davis, 2009
		Thompson <i>et al.</i> , 2003
Almidón Modificado de maíz	aumenta viscosidad, retención de agua,	Cox & Davis, 2009
		Chanes-Miranda & Viana, 2000
Gelatina	Formación de geles	Cox & Davis, 2009
Carboximetilcelulosa (CMC)	Espesante y emulsificante	Thompson <i>et al.</i> , 2003
Dextrina	Espesante y aglutinante	Thompson <i>et al.</i> , 2003
Caseína	Forma películas, emulsificante	Thompson <i>et al.</i> , 2003
Mejillones	Atractante	Jhonston <i>et al.</i> , 2007
Pescado	Atractante	Thompson <i>et al.</i> , 2003
Carne de Atún	Atractante	Chanes-Miranda & Viana, 2000
Ensilado de Atún	Atractante	Chanes-Miranda & Viana, 2000
Aceite Tiburón	Atractante	Cox & Davis, 2009
Aceite Bacalao	Atractante	Thompson <i>et al.</i> , 2003
Aceite de maíz	Emulsionante	Thompson <i>et al.</i> , 2003
Aceite de Pescado	Atractante	Chanes-Miranda & Viana, 2000
Krill Hidrolizado	Atractante	Jhonston <i>et al.</i> , 2007
Fosfato Dicalcico	Coadyudante de moldeado, antiaglomerante	Thompson <i>et al.</i> , 2003
Benzoato de Sodio	Preservante	Chanes-Miranda & Viana, 2000

La evaluación/eliminación de algunos de los factores se basó en la evaluación de la factibilidad técnica-económica, su sentido práctico de cara a su utilización final en el archipiélago de Juan Fernández, como asimismo, la duplicidad de funciones. Por lo anterior, se optó por la utilización de los factores con menor costo y mayor disponibilidad en el mercado nacional. La selección de los factores que componen la matriz, se realizó en la etapa 2.

En relación a la elección del tipo de cebo a utilizar se optó por el embutido dadas las facilidades operacionales respecto de las otras dos principales opciones. Respecto del Pellet, éste involucraba la etapa operacional de extrusión lo que hacía impracticable la transferencia del método ajustado a los pobladores de la isla, al tiempo que implicada un costo en infraestructura que escapa a los alcances del presente proyecto. Por otro lado la opción de Ensilado plantea un tema sanitario complejo de abordar, dado el proceso fermentativo implicado, el tipo de crecimiento bacteriano, su control y la eventual contaminación cruzada que provocaría esta fuente microbiana. Asimismo, este proceso requeriría una etapa de estabilización posterior (en general deshidratación o extrusión) que nuevamente generaría un costo en infraestructura difícil de solventar.

a) Descripción metodológica por etapa

ETAPA 1. Revisión Antecedentes y Bibliografía. Se recopiló información bibliográfica respecto de carnadas utilizadas a nivel nacional e internacional revisando la literatura disponible, sitios web, centros de investigación pesquera, como artículos de corriente principal, en particular respecto de experiencias relacionadas con el desarrollo de carnadas artificiales.

ETAPA 2. Evaluación, elección de modelos y factores de mezcla: Objetivo: Determinar el modelo de mezcla y los factores que se incluirán en el diseño y formarán parte de la matriz.

Dentro de los modelos de mezclas a utilizar se evaluaron los modelos Simplex Centroide, Simplex Lattice, Simplex Aumentado y un derivado de Superficies de Respuestas (3^k) con puntos centrales, el diseño Box-Behken.

ETAPA 3. Formulación y Elaboración de mezclas: Debido a la poca información disponible de niveles experimentales utilizados en el uso de los factores orientados a capacidad de atracción y estabilidad de las formulaciones para alimentación acuícola, se realizó una serie de pruebas basadas en diseños uni factoriales a varios niveles, que permitieron determinar los niveles de los factores secundarios, es decir, factores que le dan estabilidad mecánica a la formulación.

- Objetivo 1 (ETAPA 3). Determinación de las etapas unitarias requeridas para formulación de las alternativas de carnadas.

Dadas un conjunto de pruebas preliminares tipo prueba y error, que buscaban evaluar en forma inicial el comportamiento de los factores en medio acuoso y su estabilidad, se consideró la posibilidad de incluir dos tipos de Tripas Comerciales, habitualmente utilizadas en la industria de alimentos: una tripa de celulosa y una de colágeno a modo de proteger la mezcla, facilitando su estabilidad (Fig. 15 y Tabla 7).

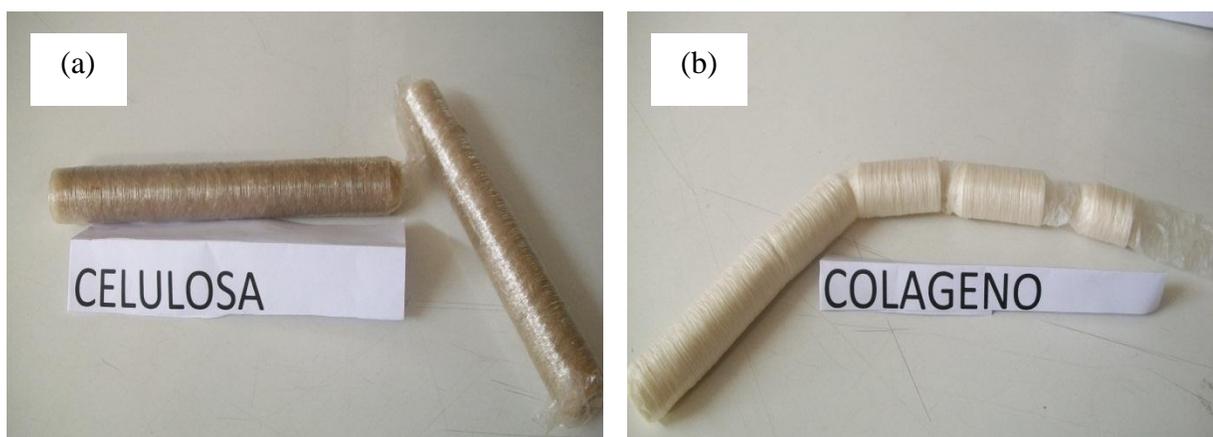


Figura 15. Fotografía de las tripas utilizadas. (a) tripa de celulosa; (b) tripa de colágeno.

Tabla 7
Características de las tripas evaluadas para empaqueo final

Tipo de tripa	Colágeno	Celulosa
Grosor (micron)	30-60	30-60
Calibre (mm)	22	22
Permeabilidad a vapor de agua (g/m²/día)*	2190	500

* Condiciones (25°C y 85% H.R)
Fuente: Filterprint S.A

De las pruebas preliminares se determinó utilizar tripa de celulosa, dado que las pruebas en agua de mar reportaron roturas en la tripa de colágeno antes de 24 horas de inmersión.

Por otro lado, las pruebas preliminares de cebo de humedad intermedia (el cual conllevaba un secado por aire caliente) demandó tiempos muy largos de secado y cinética desuniforme de secado (tiempo superior a 12 horas de secado) a temperaturas de 60 - 65°C, lo que se tradujo en formación de una capa dura y seca en la superficie y un interior húmedo (gradientes de humedad). Esto se puede atribuir a la alta capacidad ligante de los aditivos que impidió una difusión uniforme del agua hacia el exterior del sólido.

Asimismo, dado el alto tiempo requerido para obtener un producto semi-seco, se constató una pérdida de compuestos volátiles asociados a compuestos de degradación de

proteínas, que en este estudio constituyen la base del poder de atracción para el recurso objetivo. A este comportamiento se suma la eventual complejidad que resultaría para los usuarios de la Isla de Juan Fernández el diseño e instalación de un sistema de deshidratación con parámetros cinéticos equivalentes para estabilizar la carnada.

Por estas razones, se descartó la opción de carnada semi-húmeda, optando por continuar explorando una carnada húmeda, que sea capaz de generar un mayor potencial de atracción al favorecer los mecanismos de degradación de proteínas y la generación de bases volátiles. Las formulaciones de las carnadas se realizaron sobre la base del flujograma indicado en la Figura16.

Descripción Línea de Proceso.

Recepción de materias primas: El pescado utilizado en las pruebas preliminares correspondió a merluza común y fue adquirida en un Terminal Pesquero.

Separación: El pescado fue lavado y trozado, separando de éste sus vísceras.

Molienda de pescado y vísceras: Las vísceras (Fig., 17) y el pescado fueron molidos paralelamente. La pasta viscosa obtenida de la molienda del pescado constituyente principal se muestra en la figura 18. La temperatura durante la molienda fue controlada mediante la adición de hielo, permitiendo sólo el desdoblamiento proteico, que mejora la capacidad de retención de agua, y no la agregación de éste.

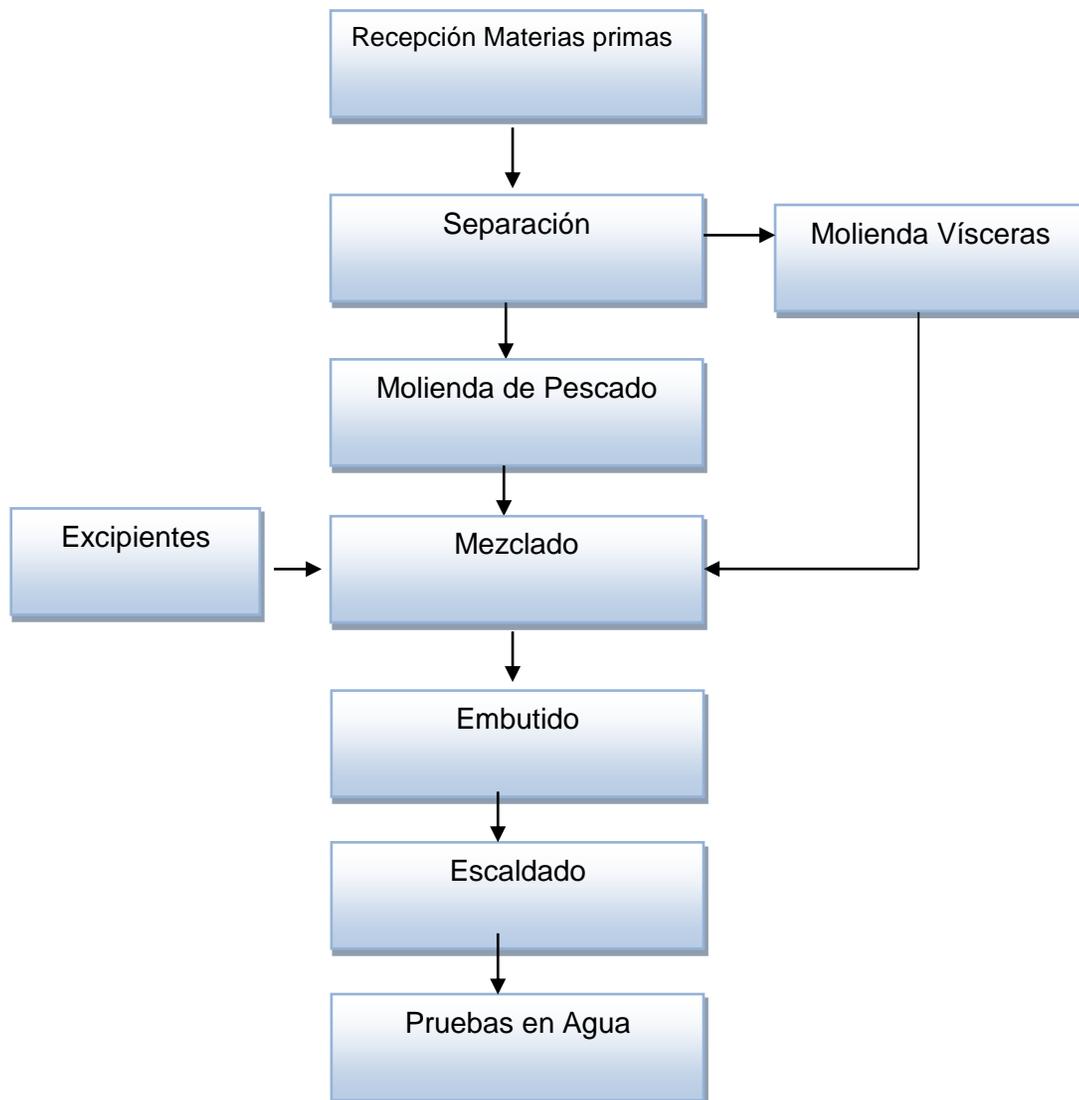


Figura 16. Línea de proceso para formulación de carnadas.



Figura 17. Vísceras obtenidas desde los ejemplares de merluza común.



Figura 18. Pasta de pescado obtenida en la molienda, constituyente principal de las formulaciones (merluza común).

Mezclado: Se adicionaron y mezclaron los constituyentes secundarios (harina de trigo, CMC, gluten de trigo, gelatina) y primarios. La mezcla de los constituyentes secundarios y primarios se muestra en la Figura 19.



Figura 19. Masa obtenida en mezclado de constituyentes primarios y secundarios para las formulaciones evaluadas.

Embutido o Moldeado: Las pastas obtenidas para cada formulación fueron embutidas en los formatos evaluados (Fig. 20).



Figura 20. Utensilio y proceso utilizado en la etapa de embutido.

Escaldado: El escaldado (tratamiento térmico parcial), fue realizado con agua a 75°C, durante un tiempo calculado en función del calibre del embutido, siendo la relación de 1 -1.5 min por mm de calibre. (Paltrinieri & Meyer 1990). Este permite el aumento de la capacidad de retención y absorción de agua, además de disminuir la carga microbiana (Amo, 1980). En

esta experiencia la etapa se realizó a una temperatura de 70°C por 30 min (Izquierdo *et al.*, 2007)

Prueba en agua: Cada formato evaluado se almacenó en un estanque con recirculación de agua de mar (Fig. 21). La relación producto: estanque fue 1:370.



Figura 21. Estanque para las pruebas de estabilidad de las carnadas en agua de mar.

- Objetivo 2 (ETAPA 3). Determinar los niveles de los factores secundarios en la matriz

Basados en las concentraciones de los constituyentes reportadas en la literatura (Jhonston, 2007; Cox & Davis, 2009; Rojas & Paredes, 2009; Thompson *et al.*, 2003), para la formulación de alimentos con destino acuícola, se determinó evaluar el impacto que produce en la estructura de la carnada la utilización de estos constituyentes en sus concentraciones promedio y mínimas utilizadas en todos los casos reportados.

Todas estas pruebas se realizaron con carne de merluza dado que composicionalmente es un pescado magro, equivalente a los pescados seleccionados para el estudio, y que no reviste limitaciones de uso experimental. Cabe recordar que el objetivo de estas pruebas es evaluar el efecto de los factores secundarios en términos de sus propiedades estructurales, y formalmente no constituye una prueba experimental de un prototipo final de carnada. La Tabla 8 muestra los niveles a evaluar para cada factor.

Tabla 8

Materias primas y concentraciones (p/p) utilizadas para las formulaciones estudiadas

Constituyente	Formulación	
	Mínima	Promedio
Pescado (Merluza) (%)	70,10	49,25
Harina de trigo (%)	15,30	26,25
CMC (%)	0,50	3,90
Gluten (%)	6,10	9,65
Gelatina (%)	1,00	3,95
Agua (%)	7,00	7,00

* Valores basados en sugerencias de la literatura y sensibilizados.

La evaluación de la estabilidad estructural de la alternativa de carnada durante el almacenamiento en agua de mar, se realizó en el estanque que se muestra en la figura 21. La variable respuesta utilizada para evaluar la estabilidad en la firmeza de las muestras fue la fuerza de deformación, la que se midió con el texturómetro TA-XT2i- Stable Micro System utilizando una punta (probe) de penetración cilíndrica de 5 mm de acero inoxidable. Los resultados fueron expresados en unidades de fuerza (N) requerida para la deformación en sentido radial del producto igual a un 30%. (Fig. 22).

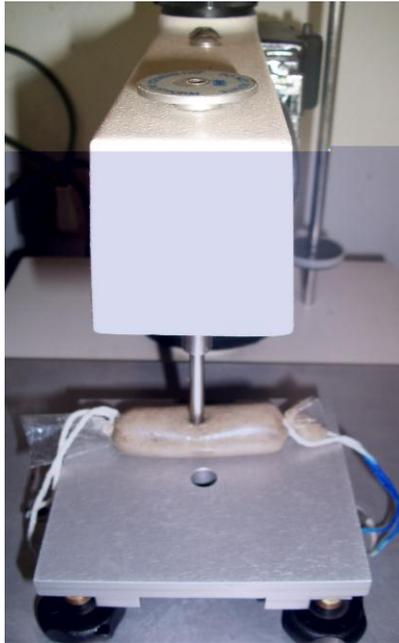


Figura 22. Texturómetro TA-XT2i- Stable Micro System.

- Objetivo 2.1 (ETAPA 3): Determinar efecto de niveles más bajos que el mínimo de los factores secundarios en la estabilidad de la matriz.

Para el desarrollo de esta etapa se utilizó la línea de proceso descrita en el Objetivo 1 de la etapa 3. Se utilizó como punto de partida el nivel mínimo de la experiencia previa (Objetivo 2, etapa 3), para luego disminuir el nivel de los factores en un 10, 20 y 30%. Los niveles de los factores evaluados en la sensibilización se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9
Formulaciones y concentraciones porcentuales (p/p) utilizadas para la elaboración de embutido

Constituyente	Formulación			
	M	M -10%	M-20%	M -30%
Pescado (Merluza) (%)	56,90	60,59	65,64	67,73
Harina de pescado (%)	13,20	11,80	10,56	9,24
Harina de trigo (%)	15,30	13,77	12,24	10,71
CMC (%)	0,50	0,45	0,40	0,35
Gluten (%)	6,10	5,49	4,88	4,27
Gelatina (%)	1,00	0,90	0,80	0,70
Agua (%)	7,00	7,00	7,00	7,00

M:

Concentraciones mínimas evaluadas en la primera etapa.

M-10%: Reducción de un 10% de los excipientes en la concentración mínima

M-20%: Reducción de un 20% de los excipientes en la concentración mínima

M-30%: Reducción de un 30% de los excipientes en la concentración mínima

ETAPA 4. Evaluación experimental en ambiente controlado: Se planteó una metodología secuencial de formulación de la mezcla óptima, conforme a los objetivos específicos establecidos. De acuerdo a esto, el estudio se estructuró inicialmente en una primera etapa el diseño y optimización de la carnada considerando la opción de embutido.

Para la elección del diseño de mezclas se consideraron modelos de mezclas del tipo Simplex Centroides, Simplex Lattice, Simplex Aumentado, una variante de Diseños de Segundo Orden (Superficies de Respuestas, específicamente el diseño Box-Behken) y Diseño D-óptimo.

El proceso de elección del modelo de mezcla a utilizar se definió en base al acotamiento de las condiciones reales de experimentación y el número de factores a utilizar. En este sentido y considerando que al menos se utilizaron tres variedades de peces del archipiélago, más un factor mancomunado de vísceras de las mismas especies y los aditivos estructurales (al menos 8 factores) se cotejó la zona experimental a utilizar y evaluó la potencia de cada uno de los diseños. Considerando la zona experimental y el uso de niveles experimentales de los factores, se descartó el modelo Simplex Centroides dado que principalmente evalúa mezclas básicas en los bordes del dominio de las variables, más que zonas experimentales interiores sin considerar restricciones. Asimismo, la zona de

experimentación a evaluar presenta algunos indicios de irregularidad o asimetría, por lo que también se descartó el modelo Simplex Aumentado.

Los modelos remanentes, Simplex Lattice y Superficie de Respuesta (Box-Behken) y D-óptimo constituyen diseños equivalentes en términos de potencia (ambos ofrecen un valor de $1-\beta \approx 97.29\%$). Ahora, dentro de la flexibilidad de adaptación de estos 3 diseños, el diseño D-óptimo es el más versátil dado que corresponde a un diseño generado a partir de un algoritmo computacional, que responde de forma muy robusta ante eventuales fallas de los otros tipos de diseño, como por ejemplo gran cantidad de corridas experimentales o una cantidad considerable y/o compleja de restricciones.

- Objetivo 1 (ETAPA 4).Determinación del comportamiento de langostas frente a diferentes estímulos.

Este objetivo permitió evaluar el comportamiento de la langosta, expresado en distancia recorrida y densidades de movimiento en un estanque. Las pruebas se realizaron en las instalaciones de la Escuela de Ciencias del Mar de la PUCV, considerando estanques de polietileno (PE) con una capacidad volumétrica de $1,2 \text{ m}^3$ (Fig. 23) con sistema de recirculación de agua y difusión de aire que permita simular las condiciones reales de corrientes marinas.

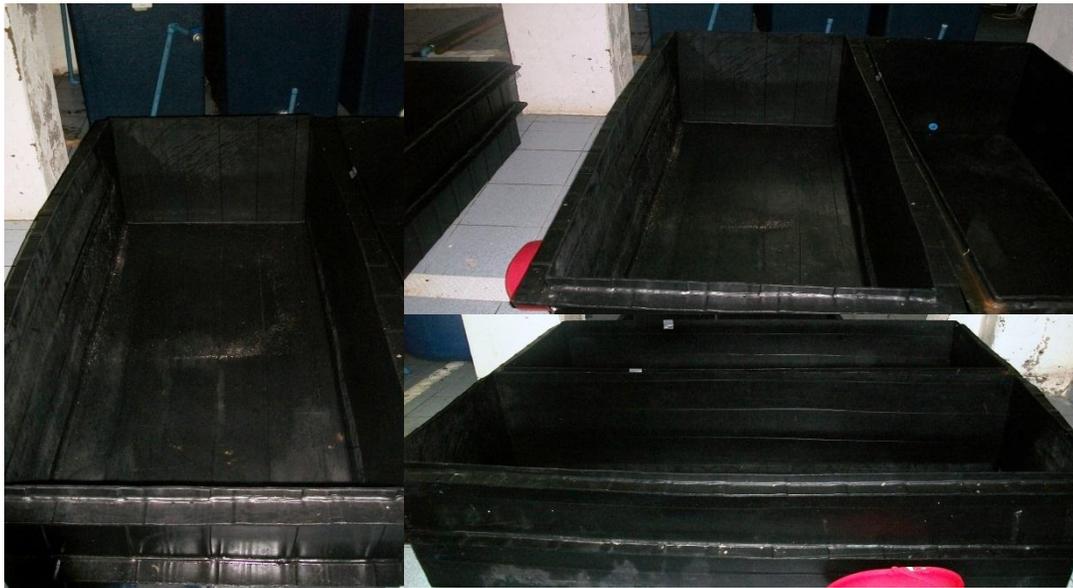


Figura 23. Estanque utilizado para la evaluación de comportamiento de langosta.

Este comportamiento fue comparado frente a diferentes estímulos como la utilización de un obstáculo (Fig. 24) y frente a una carnada tipo (Tabla 10)

Tabla 10

Materias primas y concentraciones (p/p) utilizadas para la formulación de la carnada tipo

Constituyente	%
Pescado (% Merluza)	62,315
Harina de trigo (%)	13,005
Harina de pescado (%)	11,220
Gluten (%)	5,185
Gelatina (%)	0,850
CMC (%)	0,425
Agua (%)	7,000



Figura 24. Modelo de obstáculo utilizado en las trampas de las experiencias.

Los especímenes utilizados en este estudio son originarios de Juan Fernández (hembras y machos) todos ellos identificados con una placa blanca de acrílico, con dimensiones 4,5 cm x 4,5 cm y 0,02 cm de espesor, cada uno enumerado, tal como se muestra en la figura 25.

El obstáculo utilizado en las experiencias, es un modelo modificado de trampa langostera utilizada en Juan Fernández, con ciertas modificaciones en su diseño con el fin de simular la situación de captura adecuadas a las dimensiones del estanque.



Figura 25. Langosta (*Jasus frontalis*), utilizada en las experiencias

Las dimensiones de la trampa utilizada para las pruebas fueron de 0,8 x 0,6 x 0,4 m. La estructura correspondió a madera y estuvo recubierta con una malla de captura de peces, similar al modelo de trampa empleado en las islas (Fig. 26). Antes de utilizar el obstáculo se le dio un pre-tratamiento, este consistió en dejarlo en agua de mar por 24 hrs. para evitar que algún componente de la madera interfiriera en las pruebas.



Figura 26. Modelo de trampa utilizada en Juan Fernández, para la captura de langosta.

En esta etapa, las variables respuesta evaluadas fueron: la distancia recorrida, éxito (ingreso a la trampa) y tiempo de éxito. Para la variable respuesta distancia recorrida, se utilizó un tiempo de evaluación de 40 min.

Todas las experiencias fueron filmadas, para ello se utilizó un equipo de filmación infrarrojo que permitió la obtención de las variables respuesta mencionada anteriormente. La cámara se situó a una altura de 2.10 m en el extremo inferior del estanque con el fin de capturar completamente cada movimiento de los especímenes.

La obtención del trazado de recorrido se realizó por medio del software GET DATA Graph Digitizer, con el que se obtuvo valores (x, y), calculando posteriormente la distancia recorrida en los distintos tramos de la trayectoria en base a la siguiente ecuación:

$$d = \sqrt{\left((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 \right)}$$

donde d : es la distancia recorrida entre dos puntos del sistema cartesiano (x,y) expresada en cm. (Arancibia & Mena, 2005).

Cabe destacar que luego de cada experiencia a lo largo de todo el experimento las langostas fueron almacenadas en un estanque manteniéndolas aisladas y protegidas (Fig.

27), intentando reproducir condiciones análogas a las de su hábitat natural (aireación, oscuridad y recambio de agua cada 3 o 4 días).



Figura 27. Individuos utilizados en las experiencias

- Objetivo 2 (ETAPA 4). Elaboración del Diseño de Mezcla y Prueba de los cebos tipo embutido en ambiente controlado

Este objetivo permitió determinar la concentración óptima de las materias primas primarias considerando para ello el uso de las materias primas procedentes de Juan Fernández: anguila, breca, jurel y vidriola, además de sus respectivas vísceras (evaluadas como insumo separado).

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó un diseño de mezcla (basado en un Diseño D-Optimo) considerando un total de 31 corridas por bloque y una réplica, completando finalmente 62 corridas experimentales. El diseño y las fracciones de cada corrida se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11

Diseño de mezcla utilizado para la determinación de la formulación óptima

Corrida Nº	Jurel	Vísceras	Excipientes	Anguila	Harina Pescado	Vidriola	Breca
1	0,150	0,100	0,265	0,150	0,100	0,150	0,085
2	0,150	0,100	0,265	0,050	0,200	0,150	0,085
3	0,150	0,100	0,265	0,150	0,200	0,150	0,075
4	0,150	0,100	0,265	0,150	0,200	0,085	0,050
5	0,150	0,100	0,265	0,085	0,200	0,150	0,050
6	0,150	0,035	0,265	0,150	0,200	0,150	0,050
7	0,150	0,100	0,265	0,150	0,200	0,150	0,050
8	0,150	0,100	0,265	0,085	0,200	0,050	0,150
9	0,150	0,100	0,265	0,050	0,200	0,085	0,150
10	0,150	0,100	0,265	0,150	0,200	0,075	0,150
11	0,150	0,100	0,265	0,150	0,200	0,085	0,150
12	0,150	0,100	0,265	0,085	0,100	0,150	0,150
13	0,150	0,100	0,265	0,050	0,135	0,150	0,150
14	0,150	0,100	0,265	0,150	0,125	0,150	0,150
15	0,085	0,100	0,265	0,150	0,100	0,150	0,150
16	0,150	0,035	0,265	0,050	0,200	0,150	0,150
17	0,150	0,100	0,265	0,075	0,200	0,150	0,150
18	0,075	0,100	0,265	0,150	0,200	0,150	0,150
19	0,050	0,100	0,265	0,150	0,157	0,128	0,150
20	0,050	0,078	0,265	0,150	0,200	0,150	0,107
21	0,050	0,057	0,265	0,128	0,200	0,150	0,150
22	0,150	0,100	0,265	0,150	0,178	0,050	0,107
23	0,150	0,100	0,265	0,150	0,123	0,062	0,150
24	0,150	0,057	0,265	0,150	0,100	0,128	0,150
25	0,150	0,078	0,265	0,150	0,157	0,150	0,050
26	0,073	0,100	0,265	0,062	0,200	0,150	0,150
27	0,107	0,078	0,265	0,150	0,200	0,050	0,150
28	0,117	0,100	0,265	0,117	0,167	0,117	0,117
29	0,122	0,074	0,265	0,122	0,172	0,122	0,122
30	0,122	0,074	0,265	0,122	0,172	0,122	0,122
31	0,122	0,074	0,265	0,122	0,172	0,122	0,122

Las variables respuesta se fijaron como: distancia recorrida, tiempo de recorrido y tiempo de primer acercamiento. El nivel de excipientes fue considerado como constante. Todas las experiencias fueron filmadas y realizadas en un estanque de 1.6 m³ tal como se describió anteriormente.

El obstáculo utilizado es el que se presenta en la Figura 28, utilizado también en las pruebas previas.



Figura 28. Soporte de los cebos y obstáculos utilizados en el estudio.

El grupo de individuos (langostas, *Jasus frontalis*) utilizados en esta experiencia se basó en 25 individuos de ambos sexos. Todos ellos enumerados e identificados como ya se mostró en la figura 25. Los cebos usados en las experiencias fueron protegidos con soporte de metal de 4 caras de dimensiones 0,17x 0,135x 0,135 m, alto, ancho y profundidad respectivamente (Figs. 28 y 29) con el fin de evitar que fuesen devorados por los ejemplares.



Figura 29. Cebos finales utilizados en las pruebas de ambiente controlado.

ETAPA 5. Procesamiento de datos y elección de óptimos: Objetivo general (ETAPA 5). Obtener una mezcla óptima de los factores seleccionados a través del procesamiento de las variables respuesta. Dada la complejidad de los datos, se utilizó el diseño D-óptimo ya comentado utilizando un modelo de mezcla del tipo:

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \beta_8 x_1^2 + \beta_9 x_2^2 + \beta_{10} x_3^2 + \beta_{11} x_4^2 + \beta_{12} x_5^2 + \beta_{13} x_6^2 + \beta_{14} x_7^2 + \beta_{15} x_1 x_2 + \beta_{16} x_1 x_3 + \beta_{17} x_1 x_4 + \dots \beta_{ij} x_1^3 + \dots + \varepsilon$$

El modelo estuvo sujeto a la restricción $x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_7 = 1$, es decir, la totalidad de componentes suma un 100%. El modelo general de mezcla puede restringirse y modelarse en forma lineal, cuadrática, cúbica o cúbica especial (truncada) en la medida que se prescindiera de algunos efectos dobles y en especial triples (Montgomery, 2002).

En el caso de los factores, la salvedad la constituye el factor “excipientes” que conglomeraba la totalidad de los aditivos estructurantes y protectores de la mezcla (Harina de pescado, Harina de trigo, Carboximetilcelulosa, Glúten, Gelatina y Agua), el que fue asumido como constante para todas las corridas experimentales para simplificar el número de factores y sus niveles al momento de obtener el cebo óptimo. Esto se asumió considerando los resultados de estabilidad obtenidos en la etapa 2.

A partir de la evaluación de las corridas experimentales, se determinaron las significancias y el modelo ajustado. Posteriormente, se aplicó el Método Simplex Nelder-Mead modificado por Eriksson *et al.* (2001) de forma de “amplificar” la señal de respuesta obtenida a través de formulaciones o mezclas experimentales, generando un área de exploración factible a las restricciones planteadas en la forma de un grupo de mezclas candidatas en el borde del óptimo inicialmente encontrado. A partir de estas mezclas candidatas se seleccionaron tres mezclas en base al criterio de G-optimalidad descrito por Myers & Montgomery (2002).

Para minimizar conjunta y simultáneamente las variables de respuesta utilizadas, se utilizó el criterio de Optimización Conjunta basado en una Función de Deseabilidad (Ryan, 2007).

ETAPA 6. Validación *in situ*: Objetivo general (ETAPA 6). Evaluar en condiciones reales las alternativas de carnadas propuestas a través de un diseño experimental, seleccionados en la etapa 5.

Para esto se diseñó un experimento factorial considerando dos factores y cuatro réplicas, en total 36 corridas experimentales:

- Factor 1: Cebo, Niveles: 3 (los seleccionados en la etapa 5)
- Factor 2: Dosis de Cebo, Niveles: 200, 1000 y 1800 grs.

Los niveles del factor Cebo se eligieron como una manera de evaluar que tan sensible era el gramaje respecto de uno de los objetivos últimos del proyecto, que correspondía a racionalizar el uso de los recursos ícticos de la isla. El diseño planteado se puede ver en la Tabla 12.

La prueba de validación se realizó en aguas de la isla utilizando embarcaciones locales. Las 36 pruebas se ordenaron aleatoriamente a lo largo de los días de captura. Los datos resultantes se almacenaron en una planilla donde se registró la latitud, longitud, dosis utilizada, el número de unidades capturadas y el número de unidades comerciales capturadas. Los cebos fueron trasladados congelados a la isla y mantenidos en esa condición hasta ser utilizados al interior de las trampas. En cada trampa del diseño experimental éstos fueron dispuestos al interior de paños de redes de pesca confeccionados de malla anchovetera de 9/16” de tamaño de malla (denominados comúnmente “chinguillos”) con el fin de impedir el consumo por parte de algún organismo.

Tabla 12

Diseño factorial para validación *in-situ*

Corrida	block	Cebo	Nivel
1	1	1	200
2	1	1	1000
3	1	1	1800
4	1	2	200
5	1	2	1000
6	1	2	1800
7	1	3	200
8	1	3	1000
9	1	3	1800
10	2	1	200
11	2	1	1000
12	2	1	1800
13	2	2	200
14	2	2	1000
15	2	2	1800
16	2	3	200
17	2	3	1000
18	2	3	1800
19	3	1	200
20	3	1	1000
21	3	1	1800
22	3	2	200
23	3	2	1000
24	3	2	1800
25	3	3	200
26	3	3	1000
27	3	3	1800
28	4	1	200
29	4	1	1000
30	4	1	1800
31	4	2	200
32	4	2	1000
33	4	2	1800
34	4	3	200
35	4	3	1000
36	4	3	1800

Una vez preparado el diseño, se elaboraron las carnadas candidatas para ser enviadas a Juan Fernández. Estas se confeccionaron según la metodología ya mencionada en la etapa 3. Una vez obtenida la totalidad de los cebos en los distintos niveles (200, 1000, 1800 grs.) fueron empacados al vacío utilizando una selladora Cyclone modelo multi-seal 444, Consuma Electronics (Fig. 30). Luego se almacenaron en condiciones de congelación hasta su envío a la isla Robinson Crusoe (Fig. 31).



Figura 30. Selladora al Vacío, Cyclone multi-seal 444, Consuma Electronics.



Figura 31. Ejemplo de cebos sellados al vacío (formato 200 gr.).

RESULTADOS

Resultados operacionales

Entre el 04 de octubre de 2010 y 18 de abril de 2011 Personal técnico de la PUCV se embarcó en un total de 157 salidas de pesca. Conforme a los registros de la Capitanía de Puerto de Juan Fernández, los embarques correspondieron al 14,7% del total de salidas de pesca identificadas llevadas a cabo para la revisión de trampas langosteras y la obtención de carnada entre el 1 octubre de 2010 y el 15 de abril de 2011, período correspondiente a una temporada tradicional de pesca de langosta de Juan Fernández. Al respecto, cabe indicar que con motivo de mitigar los efectos del maremoto que asoló Robinson Crusoe el 27 de febrero de 2010, la autoridad decidió comenzar la temporada 2011 el 1 de septiembre de ese año.

El número de embarcaciones monitoreadas fue de 20 (Tablas13 y 14). Dicho total corresponde a un 69% del total de naves de pesca habitualmente que operó en Robinson Crusoe en la temporada.

Tabla 13

Nombre y número de las embarcaciones monitoreadas

Bote Nº	Nombre	Bote Nº	Nombre
15	Lunajo	70	Hector Eduardo
17	Tata nano	82	Antonio
20	Emelina	83	Malvina
23	Eben Ezer	142	Maranatha
24	Libertad	144	Pelusa
31	Ernestina	149	Sinai
36	Norma Hortensia	157	Cangrejo dorado
42	Don Tuco	160	Petita
52	Elena	165	Gloria II
54	Guaitecas	167	Pez volador

Tabla 14

Número de salidas de pesca monitoreadas por embarcación y mes

Bote Nº	Nombre	oct	nov	dic	Ene	Feb	mar	Abr	May	Total
15	Lunajo		1							1
17	Tata nano						1			1
20	Emelina		2	1	1	1				5
23	Eben Ezer	10	8	3	2	7	4			34
24	Libertad						1			1
31	Ernestina	3	9	10	4					26
36	Norma Hortensia				1	1				2
42	Don Tuco						1			1
52	Elena				1					1
54	Guaitecas	5	8	2	9	6	8	3	3	44
70	Hector Eduardo				1	1				2
82	Antonio	1								1
83	Malvina						1			1
142	Maranatha		1							1
144	Pelusa	1					4	1		6
149	Sinai	2								2
157	Cangrejo dorado	5	5	1	4	6		1		22
160	Petita					1				1
165	Gloria II					1				1
167	Pez volador						3	1		4
	Total	27	34	17	23	24	23	6	3	157

Durante la ejecución de los embarques se midieron un total de 9.724 ejemplares de peces correspondientes a 18 especies de peces (Tabla 15) y se midieron y pesaron 135 individuos. Para los análisis reproductivos se obtuvieron un total de 424 muestras de ovarios y para la determinación de las curvas de crecimiento, se extrajeron otolitos de un total de 85 ejemplares.

Tabla 15

Número de ejemplares medidos durante los embarques monitoreados

Rótulos de fila	Ejemplares medidos
Pez mariposa	1
Anguila morena	666
Rollizo de JFdez	2
Breca	4.159
Chancharro	21
Colorado	11
Corvina de JFdez	43
Graniento	126
Jerguilla de JFdez	101
Jurel de JFdez	4.473
Lenguado de JFdez	17
Pampanito	57
Alfonsino	1
Sierra	1
Tollo de Jfdez	2
Venoso/Escorpión	4
Vidriola	38
Vieja de JFdez	1
Total general	9.724

OBJETIVO N°1. DESCRIBIR EL PROCESO Y LA TECNOLOGÍA DE CAPTURA DE LAS ESPECIES DE PECES EN EL ARCHIPIÉLAGO.

Caracterización de aparejos de pesca

Se generó información sobre los aparejos de pesca de 18 embarcaciones que participan en la pesquería de langosta en la isla Robinson Crusoe, las cuales representan aproximadamente el 50% del total de las naves que regularmente operan en el transcurso de la temporada. Los resultados sobre la caracterización de los aparejos de pesca de la flota se presentan bajo dos enfoques, en el primero se describieron los aparejos presentes en las embarcaciones para caracterizar la flota, mientras que en el segundo, se caracterizaron respecto de los recursos objetivos hacia los cuales están dirigidos, especificando el detalle de sus aspectos técnicos.

a) Caracterización de la flota respecto de los aparejos de pesca encontrados

En términos del número de aparejos en los botes, se determinó que las embarcaciones estuvieron provistas, en promedio, de 13,6 aparejos por bote, con modas de 9 y 12 aparejos por embarcación (Fig. 32).

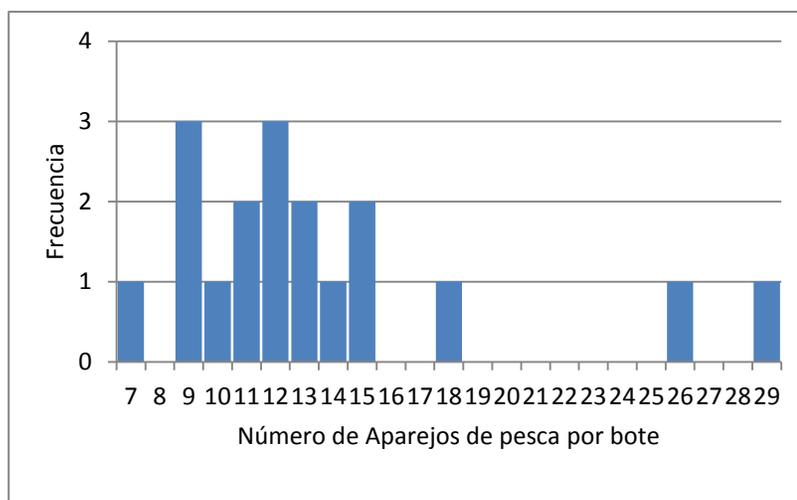


Figura 32. Frecuencia de ocurrencia encontrada respecto del número de aparejos de pesca presentes en los botes encuestados.

Se identificaron cinco tipos de aparejos: espinel horizontal, espinel vertical, línea de mano, línea de mano remolcada y trampa para anguila. De estos aparejos, el espinel vertical y la línea de mano estuvieron disponibles en el 94% de las embarcaciones encuestadas, en tanto en el 83% se registró la presencia de líneas de mano remolcadas, en el 33% espineles horizontales, y en el 28% de los botes, trampas anguileras.

Por otro lado, considerando el número de aparejos en cada una de las embarcaciones de la muestra, el mayor número correspondió a espineles verticales (6,7 unidades por bote), seguido por líneas de mano y líneas de mano remolcadas, con promedios de 4,2 y 1,8 unidades por bote, respectivamente (Tabla 16).

Tabla 16
Número de aparejos de pesca por bote

Aparejo	Número aparejos encontrado	Promedio por bote	Porcentaje
Espinel Vertical	120	6,7	49%
Línea de mano	75	4,2	31%
Línea de mano remolcada	32	1,8	13%
Espinel Horizontal	13	0,7	5%
Trampa	5	0,3	2%
Total general	245		

Caracterización de los aparejos de pesca y los recursos objetivos asociados

El listado de especies señaladas como recurso objetivo para los aparejos de pesca registrados en las embarcaciones monitoreadas se detalla en la Tabla 17. A partir de los datos, se determinó que el 35% del total de los aparejos presentes en la muestra de embarcaciones estuvo destinado para la captura de breca. Igualmente, destacaron aparejos destinados a la extracción de jurel de Juan Fernández y vidriola, correspondientes al 23% y 20% del total de los aparejos, respectivamente. De esta forma, los aparejos para la captura de las tres especies indicadas en conjunto corresponden al 86% del total de los aparejos de pesca presentes en las embarcaciones de la flota (incluyendo los aparejos que se usaron indistintamente para la captura de vidriola-bacalao).

Tabla 17
 Recursos objetivo del total de aparejos registrados

Recurso objetivo del aparejo	Número total aparejos	Promedio por bote	Porcentaje de aparejos
Breca	86	4,8	35%
Jurel de Juan Fernández	56	3,1	23%
Vidriola	48	2,7	20%
Bacalao	21	1,2	9%
Vid-Bac	20	1,1	8%
Anguila morena	5	0,3	2%
Lenguado	4	0,2	2%
Salmon o alfonsino	3	0,2	1%
Pulpo	2	0,1	1%
Total general	245		

Por otro lado, en términos de intencionalidad de captura y a partir del número de anzuelos destinados a la pesca de una especie en particular, la breca correspondió al recurso objetivo más importante, dado que el 64,8% de los anzuelos presentes en las embarcaciones estuvieron destinados a su captura (Tabla 18). En orden decreciente respecto del número de anzuelos, se registró como principales recursos objetivo a la vidriola (15,4% de los anzuelos), bacalao (9,6%), vidriola-bacalao (5,1%), alfonsino (2,8%), jurel de Juan Fernández (1,9%) y otros, que suman 0,3% en conjunto.

Tabla 18
Recurso objetivo de los anzuelos registrados

Recurso objetivo del aparejo	Suma de anzuelos	Promedio de anzuelos por bote	Porcentaje de anzuelos
Breca	2.088	116,0	64,8
Vidriola	497	27,6	15,4
Bacalao	311	17,3	9,6
Vid-Bac	165	9,2	5,1
Alfonsino	90	5,0	2,8
Jurel	62	3,4	1,9
Lenguado	6	0,3	0,2
Pulpo	4	0,2	0,1
Total general	3.223		

Respecto de la intencionalidad de captura de los cinco tipos de aparejos identificados, se determinó que los más versátiles son la línea de mano y el espinel vertical, debido a que incluyen cuatro recursos objetivos, en tanto la línea de mano remolcada y la trampa, fueron consideradas como monoespecíficas (Tabla 19).

En ese sentido, el 94% de los botes de la muestra dispuso de al menos una línea de mano para la captura de jurel. Del mismo modo, en el 89% de los botes se registró espineles verticales para capturar breca, en tanto en el 83%, líneas de mano remolcadas para captura principalmente de vidriola.

Tabla 19
Recurso objetivo por aparejo de pesca registrado

Aparejo	Recurso	Número de botes con presencia	Porcentaje de botes con presencia
Línea de mano	Jurel	17	94%
	Breca	5	28%
	Lenguado	2	11%
	Pulpo	1	6%
Espinel Vertical	Breca	16	89%
	Bacalao	7	39%
	Vidriola	5	28%
	Vid-Bac	4	22%
	Alfonsino	1	6%
Línea de mano remolcada	Vidriola	15	83%
Trampa	Anguila	5	28%
Espinel Horizontal	Vidriola	4	22%
	Breca	3	17%

A continuación se presenta un detalle de las características técnicas de cada uno de los tipos de aparejos encontrados en las embarcaciones de la isla Robinson Crusoe:

a) Línea de mano:

Este tipo de aparejos presenta una línea de monofilamento y en su extremo un anzuelo, cuyas características varían principalmente respecto del tipo de anzuelo o señuelo que retiene a la presa.

En el caso de la línea de mano para la captura de jurel, se utiliza una línea de monofilamento de Poliamida (PA), nylon, con un diámetro entre 0,4 y 0,9 mm (en promedio de 0,58 mm) y cuyo largo varía entre 10 a 20 m. El tipo de anzuelo generalmente empleado es un kirby (desbalanceado), con ojo y de numeración entre 10 y 12 (Mustad).

Para la captura de breca, las características específicas de la línea de mano varían respecto de las de jurel debido a los mayores diámetros de las líneas (promedio = 1,2 mm), por sus longitudes, dado que superan los 100 m, y por los tamaños de los anzuelos que son

ostensiblemente más grandes (tamaño 8 - 9 Mustad). Así, este aparejo consiste en una línea de monofilamento de aproximadamente 10 metros de longitud (línea madre), unida a una línea de mayor diámetro denominada orinque, construido generalmente de Polipropileno(PP) de 3 mm, con longitudes de entre 100 y 300 m, aproximadamente. Unido al extremo inferior del nylon se agrega un peso, el cual puede ser un tubo de cobre niquelado, fierro galvanizado o de acero inoxidable, el cual está relleno con plomo lo que permite un hundimiento más rápido en operación. Unos 20 cm antes del peso se adicionan dos o tres reinales, provistos de sus respectivos anzuelos y separados entre sí por unos 20 cm (Fig.33).

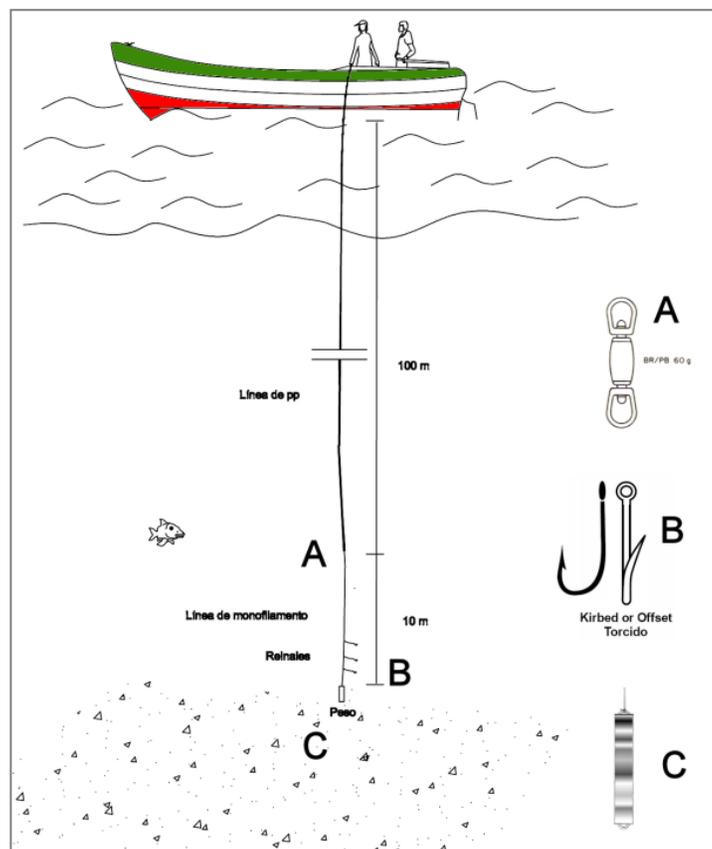


Figura33. Esquema de una línea de mano para la captura de breca en la Isla Robinson Crusoe. A) Destorcedor de línea, B) Anzuelo y C) Peso.

La flota dispone también de líneas de mano para la captura de lenguado y pulpo, las que presentan las mismas características que los de breca, diferenciándose únicamente por el tipo de anzuelo y/o la configuración que se utiliza para la retención de los individuos. En el caso del lenguado, se emplea un único anzuelo adosado al extremo inferior del peso que se

utiliza (tubo de fierro o acero inoxidable relleno con plomo), mientras que para la captura de pulpo se agrega en la parte superior del peso un anzuelo triple o tipo “araña” para mejorar la retención de este molusco.

b) Línea de mano remolcada:

Este aparejo tiene por objetivo la captura de vidriola y consiste en una línea de monofilamento de 50 metros de longitud, unida en su extremo inferior a un anzuelo que va cubierto por un señuelo sintético y fluorescente que simula un calamar. La línea con el señuelo es sujeta a la embarcación o es manipulada por uno de los tripulantes durante la navegación y arrastrada a una cierta velocidad (aproximadamente a 4 kn).

c) Espinel Vertical:

El espinel vertical utilizado en la flota artesanal de la isla Robinson Crusoe consiste en términos generales en una línea madre de polipropileno con reinales de PA monofilamento (nylon) de entre 10 y 40 cm de longitud. La línea madre está unida en su extremo superior a una línea que presenta un mayor diámetro, generalmente también de PP (denominada comúnmente llamado “papelillo” por los pescadores), la cual pasa a funcionar como “orinque” o línea madre reforzada, y que finalmente llega hasta la línea de flotación del aparejo (Fig. 34). El aparejo en su parte inferior presenta un único peso, el que consiste generalmente en una piedra esférica de aproximadamente 3 kg envuelta en mallas tejidas por los pescadores o trozos de paños de red en desuso, además de un cabo o reventador de menor diámetro con el cual se une a la línea madre, con el propósito de facilitar el corte en caso de enredo. El sistema de flotación utilizado está compuesto por un flotador de EVA o PVC (similar a los empleados en redes de cerco), además de una boya de señalización inflable o baliza símil a las usadas en la pesca de albacora.

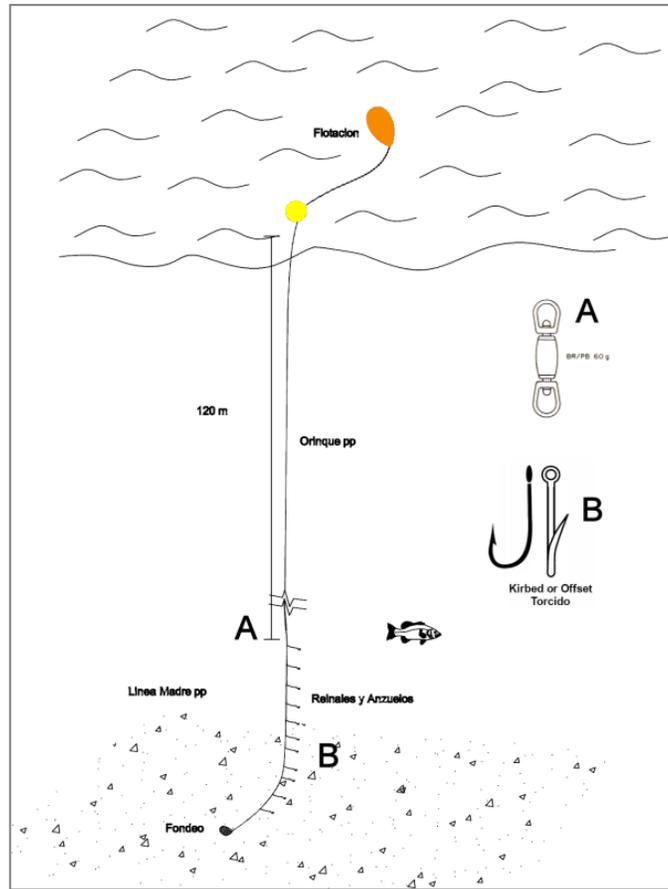


Figura 34. Esquema del espinel vertical empleado en Isla Robinson Crusoe. A) Destorcedor de línea, B) Anzuelo y C) Peso.

En el caso específico de los aparejos para la captura de breca, el tramo de línea de PP es generalmente de 3 mm de diámetro y los reinales de monofilamento (nylon) de 0,8 mm de diámetro en promedio. Respecto de los anzuelos para la captura de este recurso, se observó que estos aparejos presentan como máximo 30 anzuelos en total y los tamaños empleados comúnmente son de numeración 8, 9 y 10.

Para los espineles verticales empleados en la captura de bacalao, vidriola y alfonsino, se tiene que difieren del anterior (breca), principalmente en los diámetros de la línea madre, los reinales y el tamaño de los anzuelos y pesos (5 a 6 kg), que en todos los casos son ostensiblemente mayores. De esta forma se tiene que el promedio del diámetro de las líneas madres de PP fue de 3,7 mm, el monofilamento de los reinales 1,2 mm y los tamaños de los anzuelos de numeración 3-4.

d) Espinel Horizontal

El espinel horizontal para breca consiste en una línea madre de PP unida a un orinque de cabo de idéntico material, aunque de mayor diámetro. Presenta un diámetro promedio de 3 mm y dos pesos de 3 kg aproximadamente en ambos extremos. Uno de estos pesos se ubica en el extremo libre de la línea madre, en tanto el segundo, se adosa en las cercanías cerca de la unión de la línea madre con el orinque, con el fin de extender la línea madre en el fondo rocoso. Los reinales tienen longitudes entre 10 y 20 cm, y disponen de un único anzuelo tipo kirby, con numeraciones entre 10 y 8, siendo este último el de uso más común.

Estos espineles tienen un número variable de anzuelos, entre 50 y 100, y su sistema de flotación corresponde a un flotador de EVA, material de desecho de pesca de cerco, además de una boya de señalización inflable o baliza, similar a las usadas en la pesca de albacora. En el sistema de fondeo ambos pesos están compuestos por piedras esféricas de 3 kg de peso aproximadamente, contenidas en buchets hechos de mallas tejidas a mano o trozos de paño de red, además del cabo reventador que los une a la línea madre (Fig.35).

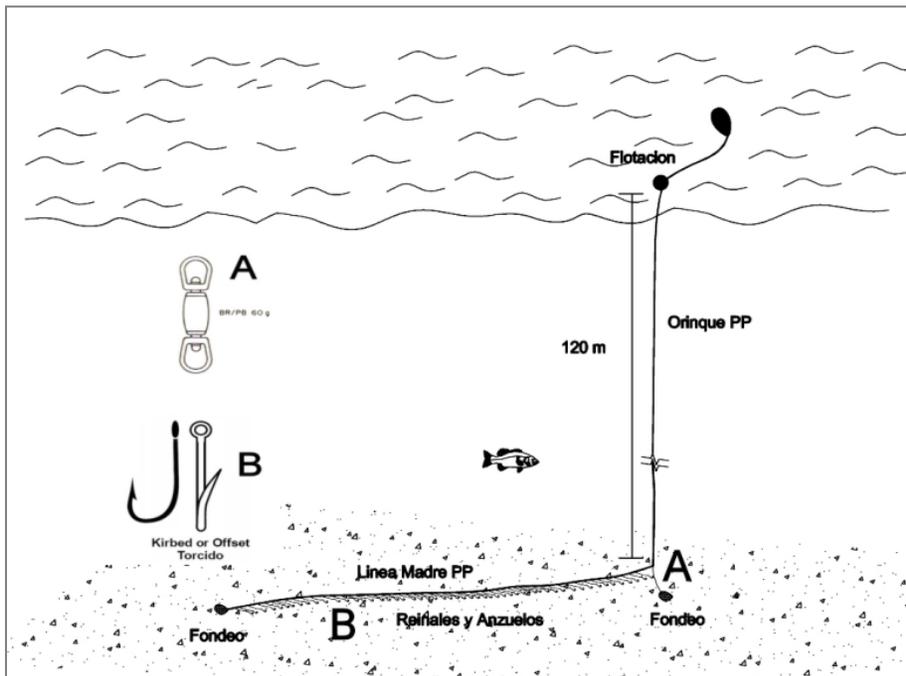


Figura 35. Esquema del espinel horizontal empleado en la Isla Robinson Crusoe. A) Destorcedor de línea, B) Anzuelo y C) Peso o Fondeo.

En el caso del espinel horizontal para vidriola y bacalao, éste difiere del usado en breca principalmente por el mayor diámetro de las líneas (reinales y línea madre), pesos y tamaños de anzuelo. En el caso de los diámetros de los reinales, se observa que aumenta de 0,75 a 1,3 mm y la línea madre de 3 a 3,5 mm en promedio. En el caso de los anzuelos, los aumentos van desde numeraciones 8-9 (breca) a tamaños de 3 y 4, en tanto los pesos o piedras aquí utilizadas aumentan a valores entre 5 a 6 kg, siendo su configuración del mismo tipo al usado en los espineles verticales (mallas tejidas y unidos con un cabo reventador).

e) Trampa

Las trampas para la captura de anguilas son estructuras rectangulares de madera con dimensiones entre 0,9 y 1,1 m de largo, 0,5 a 0,6 m de ancho y 0,35 a 0,5 m de alto. Son construidas generalmente a partir de madera sulfatada para prolongar su durabilidad ya que permanecen sumergidas por toda la temporada de pesca de la langosta (7 meses aproximadamente). Poseen una entrada cónica en uno de sus lados o extremo hecha de PVC o de malla tejida (buche) y una compuerta en la parte superior por donde se sacan las anguilas capturadas entre las revisiones periódicas, momento en el cual también se aprovecha de reponer la carnada de la trampa para que continúe en operación. En términos de su configuración, el sistema está compuesto por una única trampa por línea, la cual va unida a un cabo de PP de 6 mm de diámetro. El fondeo utilizado consiste en una piedra aplanada (laja) de aproximadamente 10 kg fijada o amarrada en el interior de la trampa. El sistema de flotación-señalizador consiste en dos flotadores de goma EVA o envases plásticos de bebida de 1500 cc y durante su operación es virada en forma manual o a pulso por los pescadores de la isla (Fig.36).

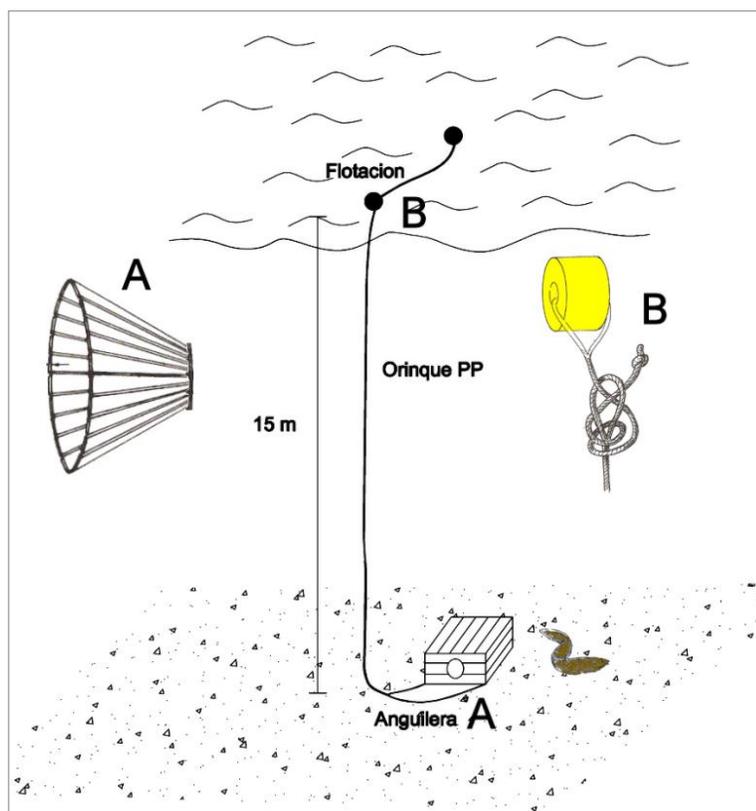


Figura 36. Esquema de trampas anguileras utilizadas en Isla Robinson Crusoe.

Caracterización del régimen operacional

A partir del monitoreo de la actividad pesquera entre octubre de 2010 y mayo de 2011, se determinó que en dicho período, en el archipiélago de Juan Fernández, en particular en la isla Robinson Crusoe, la actividad pesquera estuvo orientada fundamentalmente a la pesca de langosta (*Jasus frontalis*) mediante el uso de trampas. No obstante ello, existe igualmente actividad pesquera orientada a la captura de cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) con trampas, además de una activa captura de especies de peces como la breca (*Nemadactylus gayi*), vidriola (*Seriola lalandi*) y bacalao (*Polyprion oxygeneios*), principalmente con espinel para la comercialización directa.

El desarrollo operacional de la pesca de la langosta se puede dividir en dos etapas, la primera es la captura de la carnada y la segunda es el virado de las trampas de langostas para extraer de ellas los individuos comerciales (machos sobre talla mínima y hembras sobre talla mínima que no porten huevos). Este proceso conjunto tiene una duración de entre 10 y 15 horas, tiempo que dependerá básicamente de la ubicación de las trampas respecto de la caleta, de la cantidad de trampas caladas, del tiempo que demore en la captura la carnada y de las condiciones ambientales.

El periodo de reposo de las trampas de langosta es de aproximadamente dos días en la temporada alta (octubre-diciembre) y de tres días cuando su demanda disminuye (enero-mayo). Esto permite realizar la captura de la carnada el día anterior al que se saldrá a recorrer.

La actividad comienza con el amanecer, alrededor de las 06:30 de la mañana, con el embarque en el muelle de los pescadores, quienes, al no disponer de un lugar físico de acopio en las cercanías, transportan personalmente todos sus implementos.

- Captura de pelágicos (jurel de Juan Fernández)

El proceso se inicia normalmente con la captura de un pez pelágico costero, el jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*) mediante línea de mano, el cual es denominado simplemente jurel en las islas (Fig. 37). Las capturas se utilizan para encarnar los espineles destinados a la captura de peces demersales como breca (*Nemadactylus gayi*), además de otras especies como chancharro (*Helicolenus lengerichi*), cabrilla de Juan

Fernández (*Scorpaena fernandeziana*), tollo de Juan Fernández (*Squalus mitsukurii*) o alfonsino, denominado salmón en la isla (*Beryx splendens*), éstos últimos capturados en pequeñas cantidades como fauna acompañante en los espineles.



Figura37. Pesca de jurel de Juan Fernández con línea de mano.

Para la captura de jurel, se utilizan normalmente caladeros costeros, usualmente ubicados dentro de la bahía, como por el ejemplo, el denominado “el sauce”. Las capturas se llevan a cabo por lapsos de entre una y dos horas, dependiendo de la disponibilidad de los jureles y de los desplazamientos de la embarcación, ya que puede desplazarse entre caladeros o corregir su posición debido a la deriva ocasionada por la corriente.

Paralelamente, algunos botes llevan a cabo el virado de las trampas de anguilas (“anguileras” o “anguilleras”), su captura, consistente en anguila morena (*Gymnothorax porphyreus*) se utiliza directamente para encarnar las trampas langosteras pues su carne es apreciada para dicho fin debido a su consistencia firme. Los ejemplares de anguila morena, son dispuestos ya sea trozados o enteros, de acuerdo a su tamaño (Fig. 38). Aquellos pescadores que no poseen trampas anguileras usualmente consiguen ejemplares de anguila morena para utilizarlas como carnada de langosta.



Figura 38. Extracción y faena de un ejemplar de anguila morena para emplearla como parte de la carnada en una trampa de langosta.

El proceso de captura de jurel de Juan Fernández comienza con el encebado, denominado “enguere” por parte de los pescadores de la isla, el cual consiste en arrojar migas de pan al océano para agrupar ejemplares de jurel alrededor de la embarcación, eventualmente, algunos también utilizan desechos de cangrejo dorado para esta maniobra. El primer jurel capturado sirve de carnada para la línea de mano, observándose que ocasionalmente, cuando se puede adquirir en el continente, se utilizan trozos de jibia (*Dosidicus gigas*), como carnada, incluso en los espineles. Cabe indicar que los ejemplares de jureles tienen distintos fines como carnada, así además de ser utilizados en los espineles para carnada de especies demersales (fundamentalmente breca), algunos se emplean en trampas de anguila, y otros para encarnar trampas de langosta.

Una vez obtenida la cantidad necesaria de jurel para continuar con la operación, normalmente la embarcación se dirige a los caladeros tradicionales de breca. Dado que el recurso se localiza a mayor profundidad, la navegación puede durar hasta dos horas. Este esquema general, en ocasiones se modifica, dependiendo en algunos casos de las condiciones ambientales o la costumbre del pescador, optándose por pescar cerca de la orilla recursos pelágicos costeros como el pampanito (*Scorpius chilensis*) u otros peces como jerguilla de Juan Fernández (*Girella albostrigata*), corvina de Juan Fernández (*Umbrina reedi*) o lenguado (*Paralichthys fernandezianus*).

- Captura de especies demersales (breca)

Con el fin de proceder a la captura de breca, en sus caladeros se encarnan los espineles de profundidad, los cuales pueden ser verticales (hasta aproximadamente 30 anzuelos) u horizontales (más de 35 anzuelos), estos últimos con un mayor tiempo de reposo que los verticales (Fig. 39). En algunas ocasiones se unen varios espineles verticales y se calan en forma horizontal, dependiendo del tiempo que se disponga y de la cantidad de individuos que se quiere capturar, pues parte de esta pesca también se puede comercializar en forma directa.



Figura 39. Encarnado de espinel vertical (15 anzuelos) e izado de breca.

Cabe indicar que cuando la disponibilidad de breca es baja, para obtener la carnada de langosta se destina esfuerzo a la captura de otras especies, como por ejemplo, la jerguilla o jurel de Juan Fernández, se emplean desechos de vidriola (cabeza y esquelón) o se encarna sólo con anguila. También hay pescadores que utilizan pescado congelado, el cual ha sido capturado con anterioridad y mantenido hasta su empleo como carnada. Los flujos de la captura pueden ser representados según el esquema de la Figura 40.

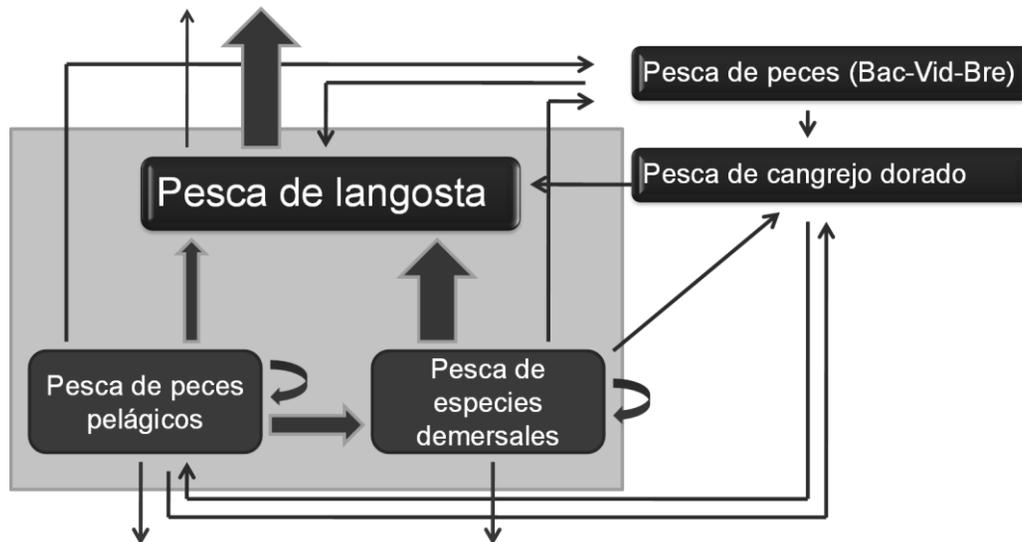


Figura 40. Esquema de los flujos de la pesca en la actividad pesquera desarrollada en las islas.

- Encarnado de trampas langosteras

Terminada la captura de la carnada, se navega desde el caladero al sector donde se tienen las trampas, para comenzar con su revisión (“recorrerlas”). En este sentido, hay una variante de este proceso, en la cual después de la captura de jurel, se va directamente al sector donde se tienen las trampas, y a medida que se van recorriendo éstas se calan los espineles verticales. Con este método solo se capturan los individuos que se necesitan para encarnar un grupo de trampas.

El proceso de revisión de las trampas de langosta consiste en el virado de la trampa, recuperación de las langostas de tamaño comercial y el encarnado de la trampa. Para encarnar las trampas de langosta se cuenta con un dispositivo hecho de alambre de cobre o un cabo dispuesto en forma diagonal al interior de la trampa desde el techo a su base, con una pieza de madera en la parte inferior para evitar que la carnada se deslice hacia abajo y quede tocando el piso de la trampa, por lo cual en la inmensa mayoría de las veces los ejemplares quedan dispuestos libremente al interior de cada aparejo, aunque eventualmente, algunos emplean recipientes de redes de pesca de deshecho (“chinguillos”) para contener la carnada.

La cantidad de individuos que se emplea como carnada para cada trampa varía de pescador en pescador. Para sujetar al individuo en la trampa se aprovecha su cavidad ocular, haciendo pasar el cabo o alambre a través de los ojos, aunque en algunas ocasiones la sujeción se hace introduciendo el alambre o cabo por sus branquias y boca.

Si se pudiera clasificar los individuos en grandes (sobre 36 cm.), medianos (entre 28 y 35 cm.) y pequeños (inferiores a 27 cm.), se puede decir que aquellos individuos grandes se pueden colocar de tres formas distintas en la trampa. En la primera, se busca aprovecharla carne (el filete), por lo cual sólo se dispone el esquelón en la trampa (Fig. 41); en la segunda, se separa la cabeza del cuerpo, también para aprovechar la carne, y sólo la cabeza es dispuesta en la trampa; y en la tercera opción, se troza al individuo en dos y se fija a la trampa pasando el alambre por los ojos y por una perforación realizada en el pedúnculo (Figs. 42 y 43). Los individuos medianos son colocados enteros con uno o varios cortes longitudinales, en tanto los pequeños son descartados aun cuando con escasez de carnada igual pueden llegar a emplearse.



Figura 41. Limpieza de esquelones de breca para su uso como carnada.



Figura 42. Corte de breca y perforación de pedúnculo caudal para uso de un trozo de breca como carnada.



Figura 43. Trozado de anguila morena y perforación de cabeza de breca antes de ser dispuestas en trampas langosteras.

Una vez encarnada las trampas de langosta son caladas por lo general en la misma posición en que se encontraban (en la misma “marca”), para lo cual los pescadores utilizan hitos geográficos del contorno de la isla (marcas a tierra) ubicándose mediante triangulación. Las langostas comerciales son transportadas en habitáculos al interior del bote (“cubichete”) o recipientes protegidos del sol para ser finalmente almacenadas en viveros particulares de cada pescador que se encuentran en la bahía de Cumberland, cerca de los fondeos de las embarcaciones. Cada vivero tiene una capacidad para contener entre 250 y 300 langostas aproximadamente, el traslado de los ejemplares capturados a los viveros marca el fin del proceso, con horas de recalada entre las 19:00 y 22:00 horas.

La captura de langosta se realiza alrededor de toda la isla, incluyendo la isla de Santa Clara. Aquí ocurre una situación especial, ya que debido a la distancia los pescadores que calan sus trampas en torno a Santa Clara, zarpan a capturar carnada un día antes. Por la misma razón, algunos llevan a cabo mareas de dos días de duración, recorriendo una fracción de las trampas un día y el resto en la jornada siguiente.

Entre los aspectos determinantes para la operación, destacan la disponibilidad de la carnada y las condiciones ambientales, en especial la intensidad de las corrientes. Estos factores pueden imposibilitar la revisión de la totalidad de las trampas durante un día de operación, razón por la cual resulta relevante el diámetro empleado en los cabos, dado que la corriente afecta el orinque, provocando su hundimiento, lo cual se compensa con un mayor número de flotadores de modo de asegurar la visibilidad del aparejo de pesca.

- Equipos a bordo

Entre los equipos a bordo, cabe indicar la presencia de viradores de aproximadamente 5,5 hp para levantar las trampas, o incluso, más potencia (aproximadamente 9,5 hp) para los que desarrollan paralelamente la pesca del cangrejo dorado. Algunas embarcaciones también cuentan con ecosonda que lo emplean para encontrar nuevos caladeros para las trampas de langosta, buscando pendientes generadas por los bajos en el fondo rocoso. El GPS (sistema de posicionamiento global) es empleado especialmente en la pesquería del cangrejo dorado ya que al ser a mayor profundidad es más alejado de la costa y el sistema de triangulación para las marcas se ve reducido por la distancia y las condiciones atmosféricas.

- Caladeros de peces

Los caladeros de pesca de las especies ícticas capturadas en Robinson Crusoe se localizaron diseminados prácticamente alrededor de toda la isla y del islote Santa Clara (Fig.44). Los lances orientados a la captura de jurel de Juan Fernández y anguila se localizaron más cercanos a la costa, en tanto aquellos orientados a la extracción de breca en fondos localizados a profundidades mayores (Fig. 45).

Así, los rangos de profundidad registrados para los caladeros indicaron que en el caso de la captura de breca ésta se llevó a cabo en fondos entre los 5,5 y 149,4 m de profundidad (99,4 m en promedio), el jurel de Juan Fernández entre los 4,5 y 120,0 m (25,6 m promedio) y la anguila morena entre los 6 y 53 m (20 m en promedio).

Esfuerzo de pesca

a) Registro de salidas de pesca

A partir de los registros de zarpes de la Capitanía de Puerto de Robinson Crusoe, se determinó que entre el 1 de octubre de 2010 y el 15 de mayo de 2011 se registraron un total de 2.586 zarpes de pesca. De dicho total, 1.068 (41,3%) se identificaron como salidas orientadas a la revisión de trampas langosteras y 485 (18,8%) para la obtención de carnada. Cabe indicar, que a 777 salidas (30%) no se les identificó su objetivo, en tanto las restantes correspondieron a salidas específicas de pesca de bacalao de Juan Fernández y/o vidriola (81), destinadas al transporte de pasajeros, revisiones de trampas de cangrejo dorado, entre otras.

Considerando el total de las salidas de pesca, identificadas como de langosta o carnada, durante el periodo analizado participaron de esa actividad en la isla Robinson Crusoe un total de 47 botes. Al respecto, cabe indicar quede dicho total, 39 botes presentaron actividad pesquera habitual propiamente tal dirigida principalmente a la langosta, puesto que las restantes embarcaciones llevaron a cabo tareas orientadas al traslado de pasajeros, actividades de buceo o patrullaje, en tanto otras embarcaciones registraron sólo actividad esporádica <1% de las salidas, así, cabe indicar que 29 botes representaron el 85% del total de salidas identificadas como de langosta o carnada.

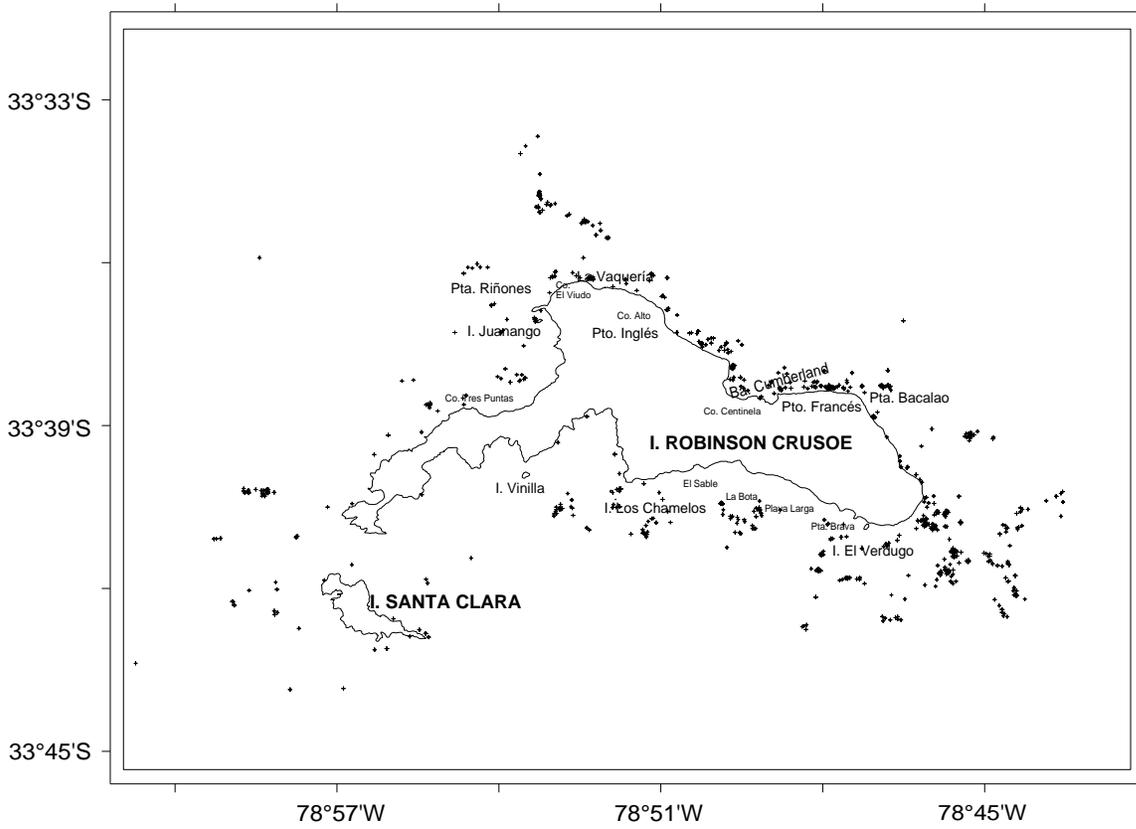


Figura 44. Posición de lances de pesca de peces en torno a Robinson Crusoe-Santa Clara (oct 2010-mayo 2011).

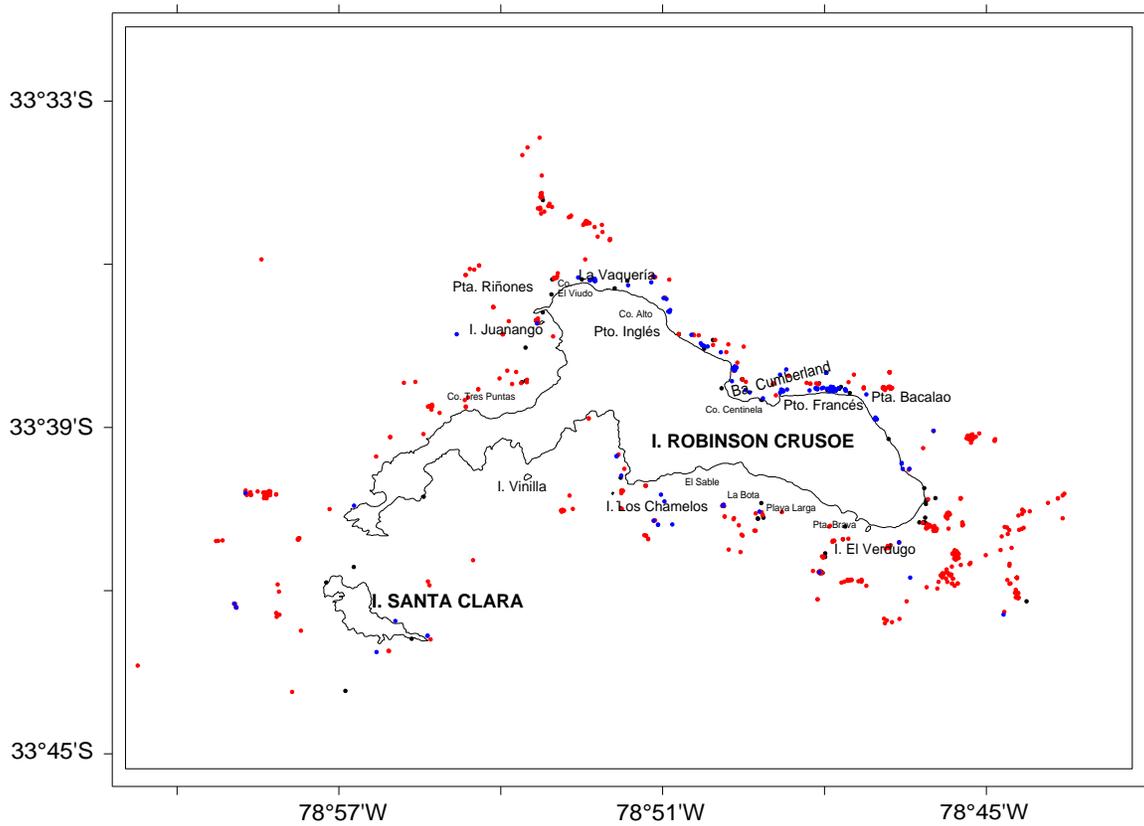


Figura 45. Lances de pesca de peces en torno a Robinson Crusoe-Santa Clara. En azul: jurel de JFdez, en rojo: breca, en negro: anguila (oct 2010-mayo 2011).

b) Salidas de pesca monitoreadas

Se monitorearon un total de 1.077 lances de pesca, de dicho total, 607(56%) correspondieron a lances efectuados con espineles verticales de fondo y 238 a lances con líneas de mano no remolcadas (22%). El número de lances con trampas fue de 91(8%), en tanto se registraron 83 lances con espineles horizontales de fondo (8%), 47 con líneas de mano remolcadas (4%) y 11 con otros aparejos (1%) (Fig. 46).

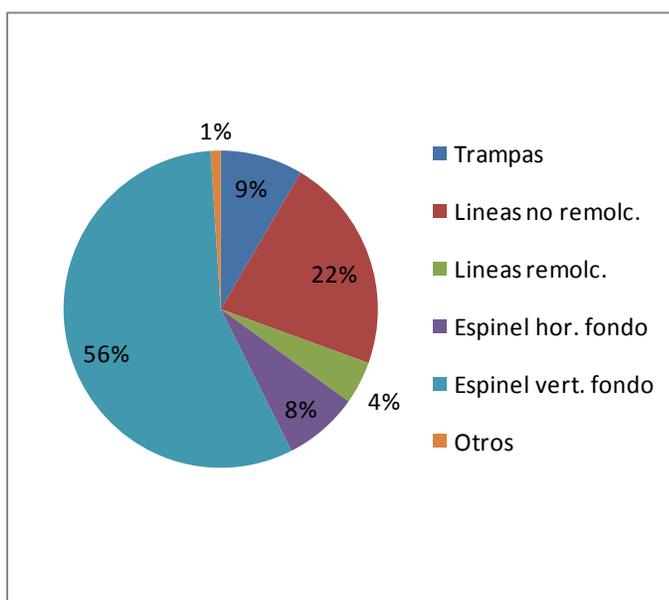


Figura 46. Composición porcentual de lances, por tipo de aparejo, en las salidas de pesca monitoreadas (oct 2010-may 2011).

En las salidas de pesca monitoreadas, y mediante el empleo de líneas de pesca, se calaron un total de 24.586 anzuelos. De dicho total, 8.882 anzuelos (36%) se calaron con líneas de mano no remolcadas, 1.206 con líneas de manos remolcadas (5%), 3.390 con espinel horizontal de fondo (14%), 10.948 con espinel vertical de fondo (45%) y 160 con espinel pelágico (1%) (Fig. 47).

Desglosando por especie y aparejo de pesca durante las salidas de pesca monitoreadas, para la captura de breca se llevaron a cabo un total de 653 lances, principalmente mediante espinel de fondo vertical (526 lances, 81%), en 62 lances (9%) mediante espinel de fondo horizontal y 63 (10%) utilizando línea de mano no remolcada (Fig. 48). En el caso del jurel de Juan Fernández, éste fue capturado en 179 lances de pesca, la

mayor parte de los cuales fue llevado a cabo mediante línea de mano no remolcada (142, 79%). La anguila morena fue capturada prácticamente en su totalidad (77 lances) mediante el uso de trampas.

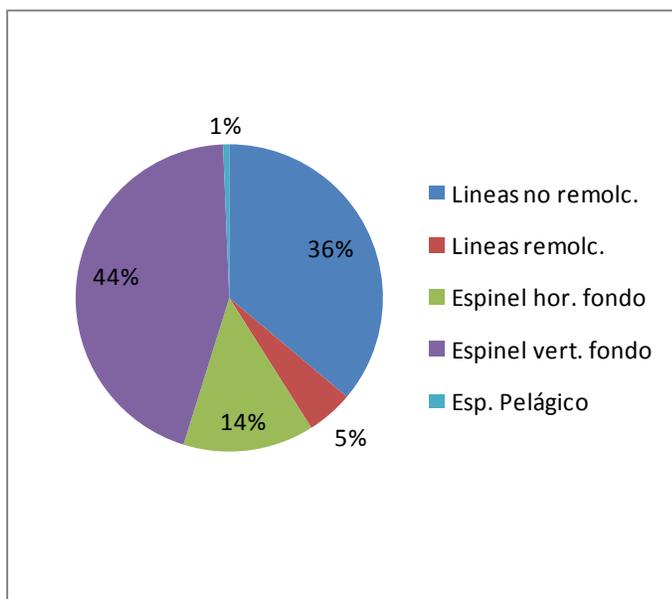


Figura 47. Composición porcentual de los anzuelos calados, por tipo de aparejo, en las salidas de pesca monitoreadas (oct 2010-may 2011).

Los tiempos de reposo para los espineles de fondo variaron entre 6 minutos y 7 horas. Analizando para las principales especies, y el principal aparejo de pesca utilizado para su captura, en el caso de la breca, los tiempos de reposo de los espineles verticales variaron entre 5 min y 7 horas (promedio de 30 minutos). En el caso de la anguila morena, las trampas permanecieron caladas por lapsos entre 12 minutos y 6,5 días (promedio de 1 día) (Tablas 20 y 21).

Tabla 20
 Tiempos de reposo (máximos, mínimos y promedio)
 de líneas de pesca, espineles y trampas

Tipo de aparejo	Tiempo mín.	Tiempo promedio	Tiempo máx.
Trampa	0,2 hrs	1,1 día	8 días
Espinel pelágico	1,3 hrs	1,6 hrs	2,1hrs
Otro	0,4 hrs	1,0 hrs	1,9hrs
Línea de mano no remolcada	0,05 hrs	0,6 hrs	4,0hrs
Línea de mano remolcada	0,03 hrs	0,3 hrs	1,0hr
Espinel de fondo horizontal	0,1 hrs	0,6 hrs	1,9hrs
Espinel de fondo vertical	0,1 hrs	0,5 hrs	7,0hrs

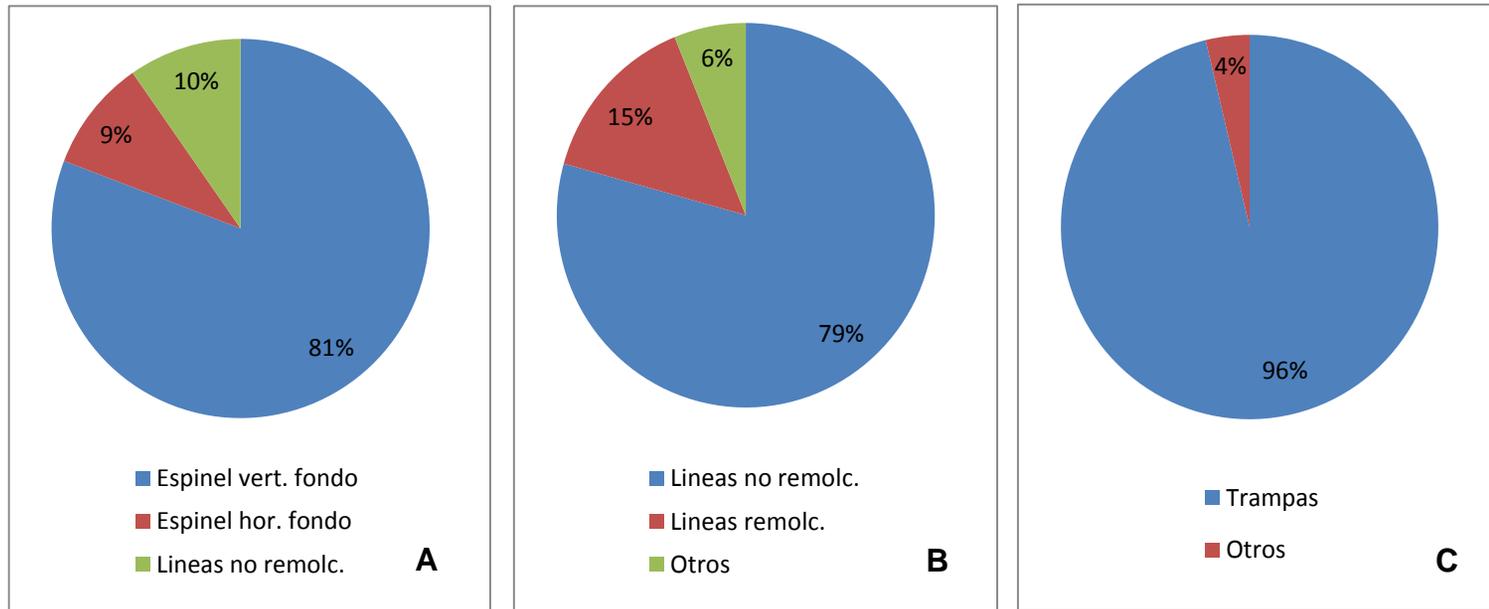


Figura 48. Composición porcentual de los lances realizados, por tipo de aparejo, en las salidas de pesca monitoreadas (oct 2010-may2011) con captura de A) breca, B) jurel de JFdez y C) anguila morena.

Tabla 21
 Tiempos de reposo (máximos, mínimos y promedio) de líneas de pesca, espineles y trampas, por recurso objetivo

Recurso	Tipo de aparejo	Tiempo mín.	Tiempo promedio	Tiempo máx.
Breca	Otro	0,7 hrs	0,7 hrs	0,7 hrs
	Línea de mano no remolcada	4 min	0,8 hrs	4 hrs
	Línea de mano remolcada	1,0 hrs	1,0 hrs	1,0 hrs
	Espinel de fondo horizontal	0,2 hrs	0,6 hrs	1,9 hrs
	Espinel de fondo vertical	5 min	0,5 hrs	7,0 hrs
Jurel de JFdez	Espinel pelágico	1,3 hrs	1,7 hrs	2,1 hrs
	Otro	1,9 hrs	1,9 hrs	1,9 hrs
	Línea de mano no remolcada	3 min	0,5 hrs	2,1 hrs
	Línea de mano remolcada	2 min	0,4 hrs	0,7 hrs
	Espinel horizontal	1,9 hrs	1,9 hrs	1,9 hrs
	Espinel vertical	0,2 hrs	0,3 hrs	0,5 hrs
Anguila morena	Trampa	0,2 hrs	1 día	6,5 días
	Otro	0,5 hrs	0,5 hrs	0,5 hrs
	Línea de mano no remolcada	1,2 hrs	1,2 hrs	1,2 hrs

OBJETIVO Nº2. CUANTIFICAR Y CARACTERIZAR LA CAPTURA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES ÍCTICAS UTILIZADAS COMO CARNADA EN TRAMPAS DE *J. frontalis*.

Cuantificación de la captura total (número)

Durante las salidas de pesca se registró la captura de un total de 10.463 ejemplares, correspondientes a 19 especies ícticas (Tabla 22).

SOBREOFERTA. Elaboración de fichas técnicas de identificación

Conforme a lo comprometido por el consultor, se elaboraron las figuras de las principales especies de peces capturadas en salidas de pesca orientadas a la revisión de trampas langosteras o a la captura de carnada, además de otras especies, capturadas ocasionalmente en las islas, de las cuales el consultor poseía material fotográfico propio. Dichas especies fueron fotografiadas *in situ* para posteriormente ser dibujadas realzando los detalles morfológicos que puedan permitir una adecuada identificación (Figs. 49 a 52). Así, se elaboró una ficha de identificación para trabajo a bordo (Ver Anexo 4) basada en la confección de figuras para un total de 18 especies, las cuales correspondieron a:

1. *Nemadactylus gayi* (breca)
2. *Pseudocaranx chilensis* (juel de Juan Fernández)
3. *Gymnothorax porphyreus* (anguila morena)
4. *Scorpius chilensis* (pampanito)
5. *Caprodon longimanus* (graniento)
6. *Seriola lalandi* (vidriola)
7. *Helicolenus lengerichi* (chancharro)
8. *Malapterus reticulatus* (vieja o biya)
9. *Parapercis dockinsi* (rollizo o blanquillo de Juan Fernández)
10. *Pterygotrigla picta* (pez mariposa)
11. *Plectranthias lamillai* (colorado)
12. *Beryx splendens* (salmón o Alfonsino)
13. *Scorpaena thomsoni* (venenoso/escorpión)
14. *Umbrina reedi* (corvina de Juan Fernández)
15. *Polyprion oxygeneios* (bacalao)
16. *Umbrina reedi* (corvina de Juan Fernández)
17. *Chironemus delfini* (cabrilla)
18. *Hypoplectrodes semicintum* (vaquita)

Tabla 22

Especies registradas durante el monitoreo de salidas de pesca (oct2010 – mayo2011)

Nombre vernacular	Nombre vernacular isla	Nombre científico
Pez mariposa	Pez mariposa	<i>Pterygotrigla picta</i>
Anguila morena	Anguila/Anguilla	<i>Gymnothorax porphyreus</i>
Rollizo de JFdez	Blanquillo	<i>Parapercis dockinsi</i>
Breca	Breca	<i>Nemadactylus gayi</i>
Cabrilla de JFdez	Cabrilla	<i>Umbrina reedi</i>
Chancharro	Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>
Colorado	Colorado	<i>Plectranthias lamillai</i>
Corvina de JFdez	Corvina	<i>Umbrina reedi</i>
Graniento	Graniento	<i>Caprodon longimanus</i>
Jerguilla de JFdez	Jerguilla	<i>Girella albostrata</i>
Jurel de JFdez	Jurel	<i>Pseudocaranx chilensis</i>
Lenguado de JFdez	Lenguado	<i>Paralichthys fernandezianus</i>
Pampanito	Pampanito	<i>Scorpis chilensis</i>
Pulpo	Pulpo	<i>Octopus sp.</i>
Alfonsino	Salmon o colorado	<i>Beryx splendens</i>
Sierra	Sierra	<i>Thyrsites atun</i>
Tollo de JFdez	Tollo	<i>Squalus mitsukurii</i>
Veneno/Escurpión	Veneno/Escurpión	<i>Scorpaena thomsoni</i>
Vidriola	Vidriola	<i>Seriola lalandi</i>
Vieja de JFdez	Vieja/biya	<i>Malapterus reticulatus</i>



Figura 49. 1. *Nemadactylus gayi* (breca), 2. *Pseudocaranx chilensis* (juel de Juan Fernández), 3. *Gymnothorax porphyreus* (anguila morena), 4. *Scorpis chilensis* (pampanito) y 5. *Caprodon longimanus* (graniento).

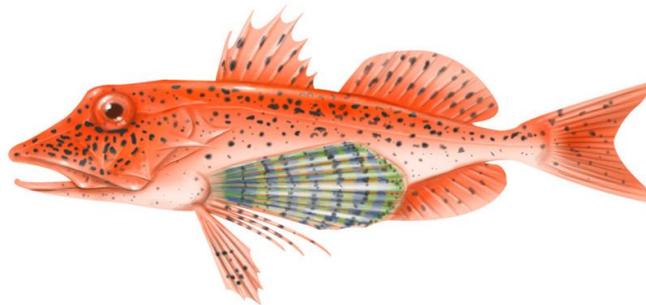
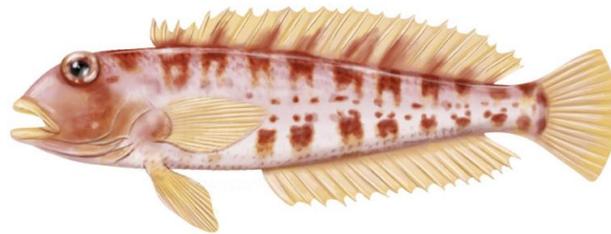
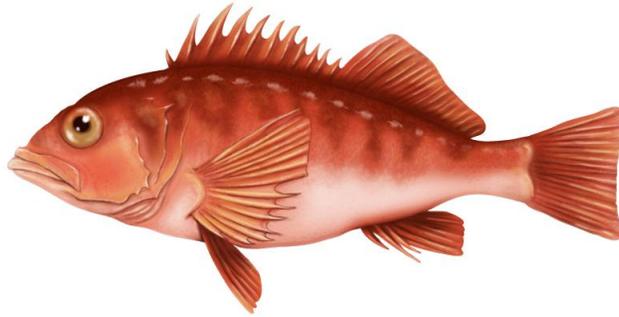
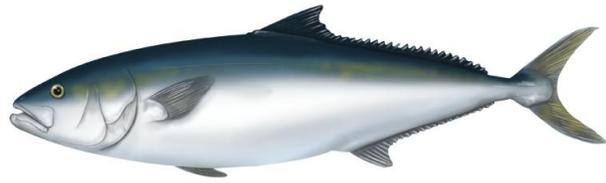


Figura 50. 6. *Seriola lalandi* (vidriola), 7. *Helicolenus lengerichi* (chancharro), 8. *Malapterus reticulatus* (vieja o biya), 9. *Parapercis dockinsi* (rollizo o blanquillo de Juan Fernández) y 10. *Pterygotrigla picta* (pez mariposa).

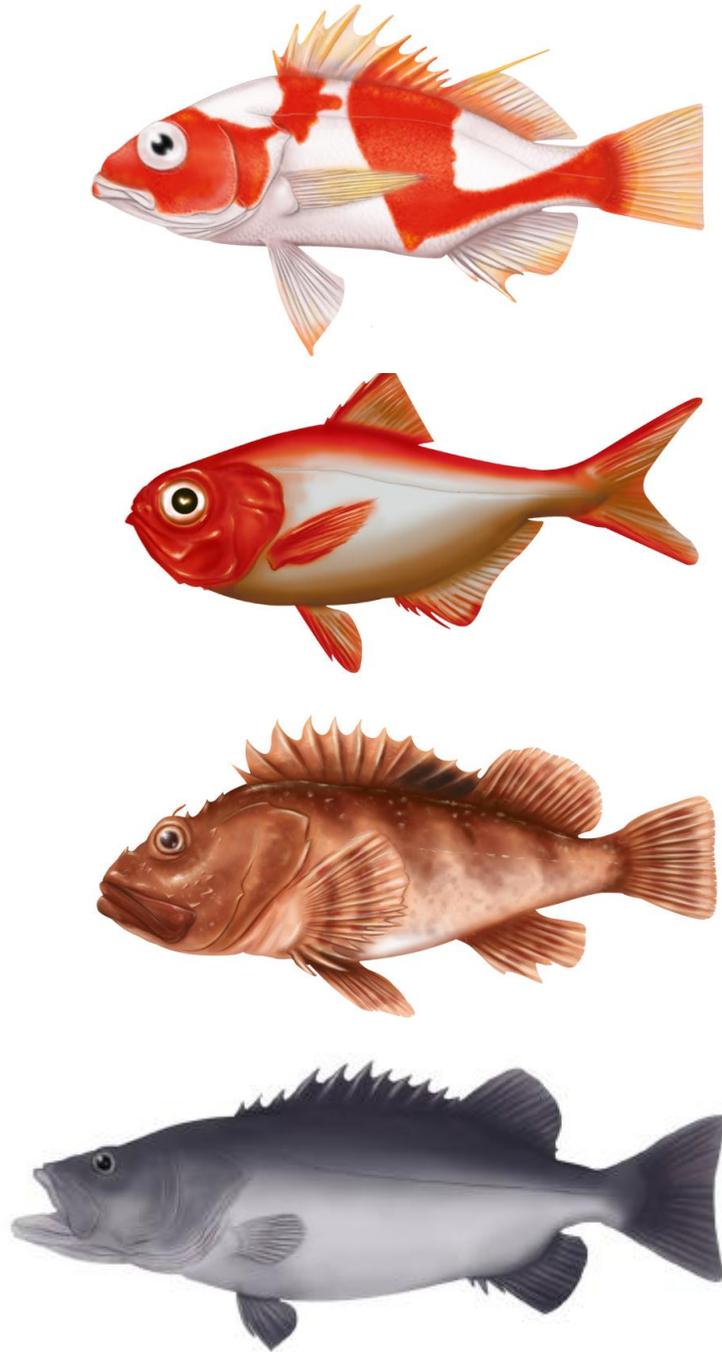


Figura 51. 11. *Plectranthias lamillai* (colorado), 12. *Beryx splendens* (salmon o alfonsino), 13. *Scorpaena thomsoni* (venenoso/escorpión) y 14. *Polyprion oxygeneios* (bacalao de Juan Fernandez).

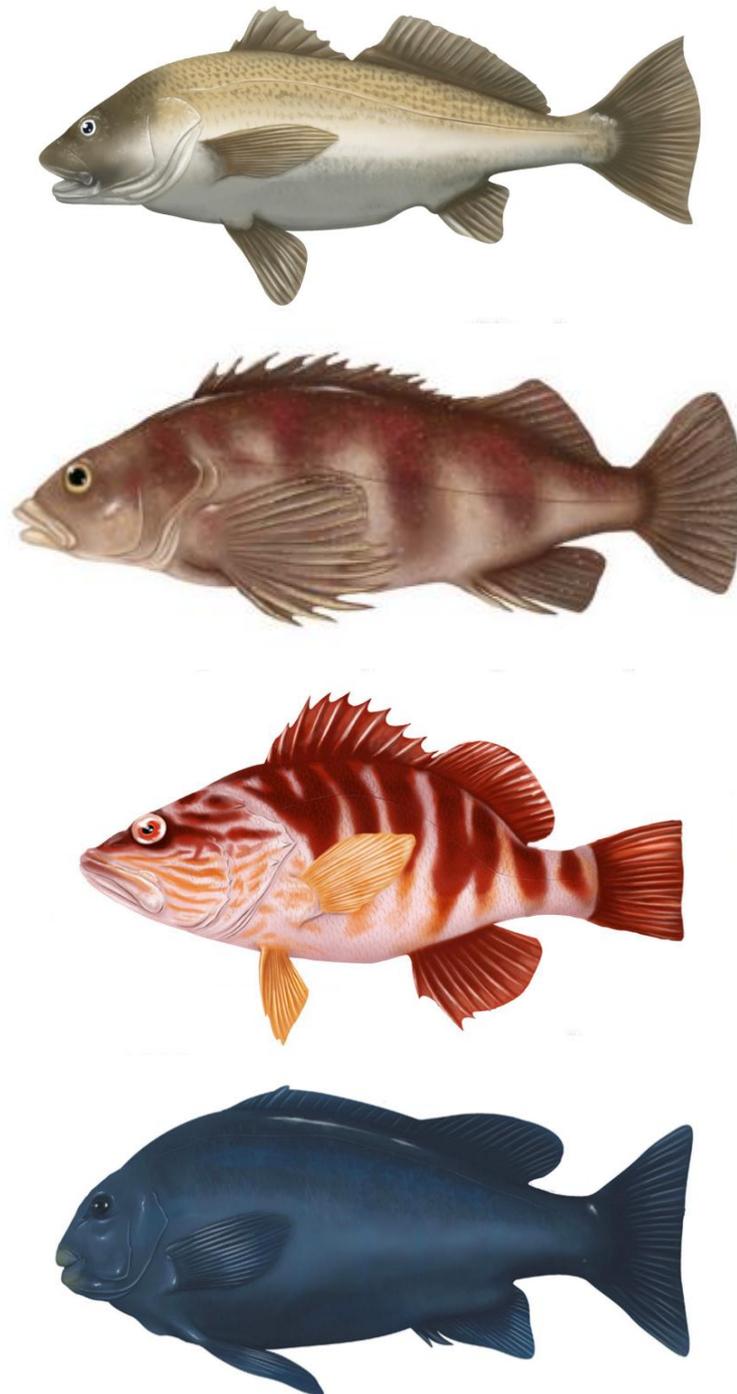


Figura 52. 15. *Umbrina reedi* (corvina de Juan Fernandez), 16. *Chironemus delfini* (cabrilla), 17. *Hypoplectrodes semicinctum* (vaquita) y 18. *Girella albostrata* (jerguilla de Juan Fernández).

Estructura de tallas

Se midió un total de 9.723 peces durante los viajes de pesca realizados entre octubre de 2010 y mayo de 2011. Los mayores tamaños de muestra correspondieron a las especies breca y jurel de Juan Fernández, con 4.135 y 4.473 ejemplares, respectivamente.

En la Tabla 23 se presentan los principales estadísticos de la talla (LT o LH según corresponda) de los peces muestreados. Respecto a las especies más capturadas, las longitudes promedio fueron: 75,5 cm en anguila (LT), 34 cm en breca (LH) y 27,6 cm en jurel de Juan Fernández.

Tabla 23

Resumen de los registros de longitud (cm) de la fauna íctica muestreada

Nombre común	Nombre científico	Medida	Longitud (cm)			D.E.	n
			Mín	Máx	Media		
Anguila	<i>Gymnothorax porphyreus</i>	LT	50	145	75,5	11,72	686
Rollizo de Juan Fernández	<i>Parapercis dockinsi</i>	LT	23	24	23,5	0,71	2
Breca	<i>Nemadactylus gayi</i>	LH	17	58	34,0	7,38	4.135
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	LT	17	49	32,2	8,30	21
Colorado	<i>Plectantrias lamillai</i>	LT	15	22	18,4	2,80	11
Corvina de Juan Fernández	<i>Umbrina reedi</i>	LT	36	69	47,5	8,77	43
Graniento	<i>Caprodon longimanus</i>	LT	21	48	28,4	3,69	126
Jerguilla de Juan Fernández	<i>Girella albostrata</i>	LT	19	62	32,8	8,59	101
Jurel de Juan Fernández	<i>Pseudocaranx chilensis</i>	LH	11	62	27,6	6,08	4.473
Lenguado	<i>Paralichthys spp.</i>	LT	40	74	56,8	10,14	17
Pez mariposa	<i>Pterygotrigla picta</i>	LH	43	43	43,0	-	1
Pampanito	<i>Scorpius chilensis</i>	LH	19	36	26,6	3,97	57
Salmón/Alfonsino	<i>Beryx splendens</i>	LH	47	47	47,0	-	1
Sierra	<i>Thyrsites atun</i>	LH	90	90	90,0	-	1
Tollo de Juan Fernández	<i>Squalus mitsukurii</i>	LH	76	77	76,5	0,71	2
Venenoso	<i>Scorpaena thomsoni</i>	LT	24	34	27,8	3,22	4
Vidriola	<i>Seriola lalandi</i>	LH	45	108	69,2	17,28	38
Vieja de Juan Fernández	<i>Malapterus reticulatus</i>	LT	13	13	13,0	-	1

LH: Longitud horquilla, LT: Longitud total

Las especies con tamaños de muestra superior a 100 ejemplares evidencian modas bien definidas en sus respectivas frecuencias de talla, como es el caso de la breca, anguila o jerguilla (Fig. 53). Debido al bajo número de peces capturados y muestreados, para algunas especies como corvina, pampanito y vidriola no es posible interpretar adecuadamente sus distribuciones de frecuencia (Fig. 54).

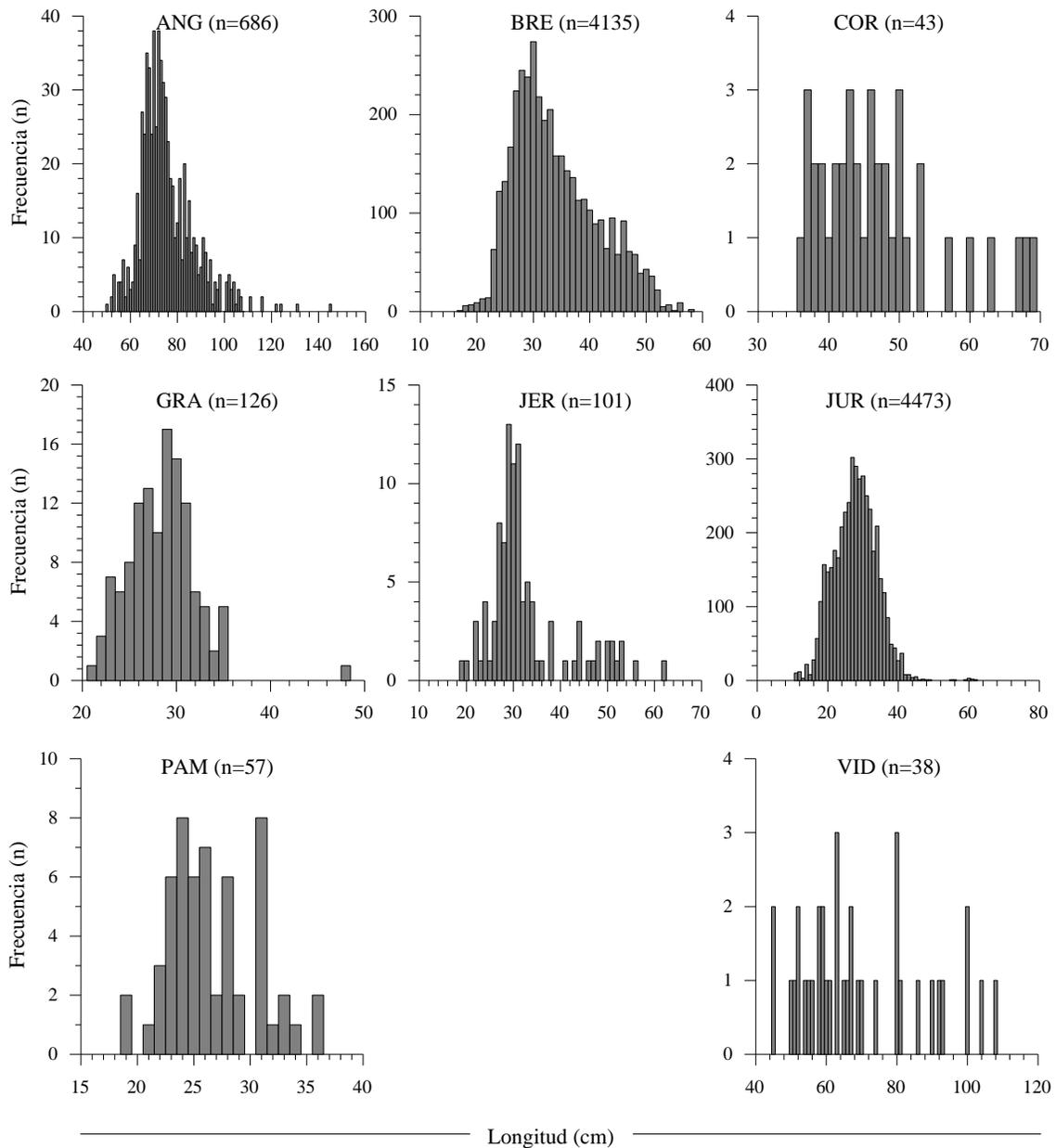


Figura 53. Distribución de frecuencia de longitud (total u horquilla según corresponda) de las principales especies ícticas capturadas y muestreadas durante el proyecto. ANG: anguila; BRE: breca; COR: corvina; GRA: graniento; JER: jerguilla de Jfdez; JUR: jurel; PAM: pampanito; VID: vidriola.

Al realizar una comparación temporal de las tallas, se observó que la anguila no presentó diferencias significativas (K-S; valor- $p > 0,05$) en los diferentes períodos analizados (Tabla 24). De manera opuesta, tanto para breca como jurel de Juan Fernández se detectaron diferencias significativas (K-S; valor- $p < 0,05$) de sus respectivas distribuciones de frecuencia de tallas entre períodos (Tablas 25 y 26). Al observar las distribuciones de frecuencia (%) de captura por sexo, se observa que tanto breca como jurel de Juan Fernández presentaron tallas similares en machos y hembras en los distintos meses de operación (Fig. 54).

Tabla 24

Resultado de la prueba Kolmogorov-Smirnov usada para comparar las distribuciones de frecuencia de tallas de anguila entre periodos. m y n son los tamaños de muestra de las frecuencias respectivas. A modo de referencia se presentan las tallas medias entre paréntesis

Periodos		m		n		Dmax	valor-p
oct-dic'10	vs ene'11	152	(74,6)	212	(75,1)	0,101	0,341
oct-dic'10	vs feb'11	152	(74,6)	177	(76,7)	0,132	0,114
oct-dic'10	vs mar-may'11	152	(74,6)	106	(78,4)	0,158	0,088
ene'11	vs feb'11	212	(75,1)	177	(76,7)	0,127	0,091
ene'11	vs mar-may'11	212	(75,1)	106	(78,4)	0,161	0,053
feb'11	vs mar-may'11	177	(76,7)	106	(78,4)	0,108	0,423

Tabla 25

Resultado de la prueba Kolmogorov-Smirnov usada para comparar las distribuciones de frecuencia de tallas de breca entre periodos. m y n son los tamaños de muestra de las frecuencias respectivas. A modo de referencia se presentan las tallas medias entre paréntesis

Periodos			m		N	Dmax	valor-p	
oct'10	vs	nov'10	728	(36,2)	1164	(34,2)	0,145	<0,001
oct'10	vs	dic'10	728	(36,2)	293	(35,1)	0,075	0,188
oct'10	vs	ene'11	728	(36,2)	718	(33,5)	0,135	<0,001
oct'10	vs	feb'11	728	(36,2)	618	(32,2)	0,252	<0,001
oct'10	vs	mar'11	728	(36,2)	507	(33,9)	0,168	<0,001
oct'10	vs	abr-may'11	728	(36,2)	129	(35,9)	0,082	0,458
nov'10	vs	dic'10	1164	(34,2)	293	(35,1)	0,099	0,021
nov'10	vs	ene'11	1164	(34,2)	718	(33,5)	0,052	0,185
nov'10	vs	feb'11	1164	(34,2)	618	(32,2)	0,108	<0,001
nov'10	vs	mar'11	1164	(34,2)	507	(33,9)	0,041	0,607
nov'10	vs	abr-may'11	1164	(34,2)	129	(35,9)	0,111	0,115
dic'10	vs	ene'11	293	(35,1)	718	(33,5)	0,095	0,051
dic'10	vs	feb'11	293	(35,1)	618	(32,2)	0,202	<0,001
dic'10	vs	mar'11	293	(35,1)	507	(33,9)	0,116	0,014
dic'10	vs	abr-may'11	293	(35,1)	129	(35,9)	0,081	0,607
ene'11	vs	feb'11	718	(33,5)	618	(32,2)	0,132	<0,001
ene'11	vs	mar'11	718	(33,5)	507	(33,9)	0,048	0,505
ene'11	vs	abr-may'11	718	(33,5)	129	(35,9)	0,132	0,051
feb'11	vs	mar'11	618	(32,2)	507	(33,9)	0,108	0,003
feb'11	vs	abr-may'11	618	(32,2)	129	(35,9)	0,210	<0,001
mar'11	vs	abr-may'11	507	(33,9)	129	(35,9)	0,112	0,154

Tabla 26

Resultado de la prueba Kolmogorov-Smirnov usada para comparar las distribuciones de frecuencia de tallas de jurel de Juan Fernández entre periodos. m y n son los tamaños de muestra de las frecuencias respectivas. A modo de referencia se presentan las tallas medias entre paréntesis

Periodos		M	n	Dmax	valor-p
oct'10	vs nov'10	572	(27,1) 562	(25,4) 0,118	0,001
oct'10	vs dic'10	572	(27,1) 206	(25,2) 0,151	0,002
oct'10	vs ene'11	572	(27,1) 1061	(27,9) 0,076	0,026
oct'10	vs feb'11	572	(27,1) 1220	(28,5) 0,133	<0,001
oct'10	vs mar'11	572	(27,1) 598	(28,7) 0,135	<0,001
oct'10	vs abr-may'11	572	(27,1) 327	(28,0) 0,131	0,002
nov'10	vs dic'10	562	(25,4) 206	(25,2) 0,054	0,769
nov'10	vs ene'11	562	(25,4) 1061	(27,9) 0,183	<0,001
nov'10	vs feb'11	562	(25,4) 1220	(28,5) 0,201	<0,001
nov'10	vs mar'11	562	(25,4) 598	(28,7) 0,203	<0,001
nov'10	vs abr-may'11	562	(25,4) 327	(28,0) 0,220	<0,001
dic'10	vs ene'11	206	(25,2) 1061	(27,9) 0,216	<0,001
dic'10	vs feb'11	206	(25,2) 1220	(28,5) 0,239	<0,001
dic'10	vs mar'11	206	(25,2) 598	(28,7) 0,229	<0,001
dic'10	vs abr-may'11	206	(25,2) 327	(28,0) 0,252	<0,001
ene'11	vs feb'11	1061	(27,9) 1220	(28,5) 0,118	<0,001
ene'11	vs mar'11	1061	(27,9) 598	(28,7) 0,077	0,021
ene'11	vs abr-may'11	1061	(27,9) 327	(28,0) 0,084	0,059
feb'11	vs mar'11	1220	(28,5) 598	(28,7) 0,066	0,060
feb'11	vs abr-may'11	1220	(28,5) 327	(28,0) 0,102	0,009
mar'11	vs abr-may'11	598	(28,7) 327	(28,0) 0,065	0,327

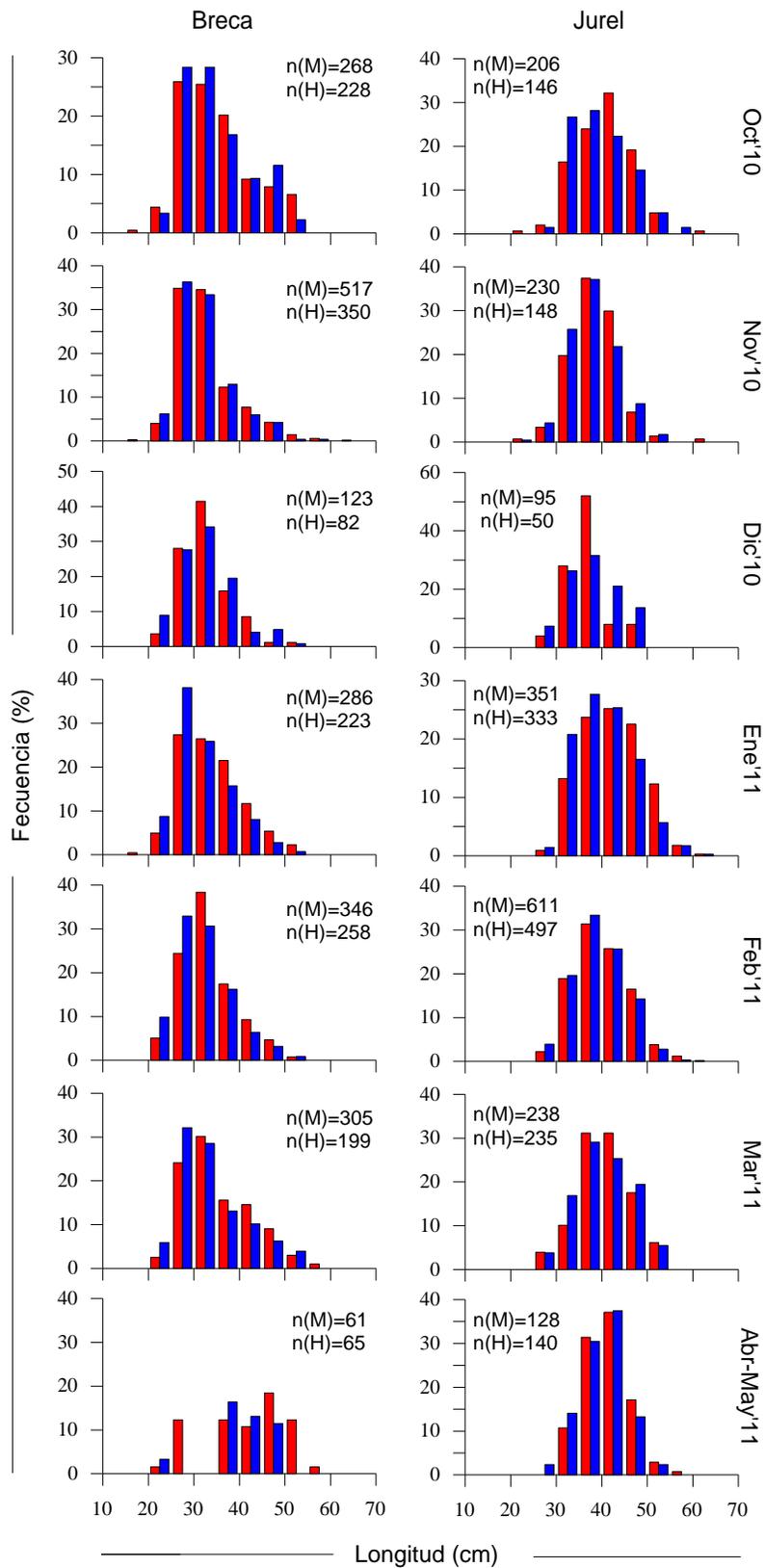


Figura 54. Distribución de frecuencia de tallas mensual de breca (a la izquierda) y jurel de Juan Fernández (a la derecha) por sexo (rojo: hembras; azul: machos).

Proporción sexual

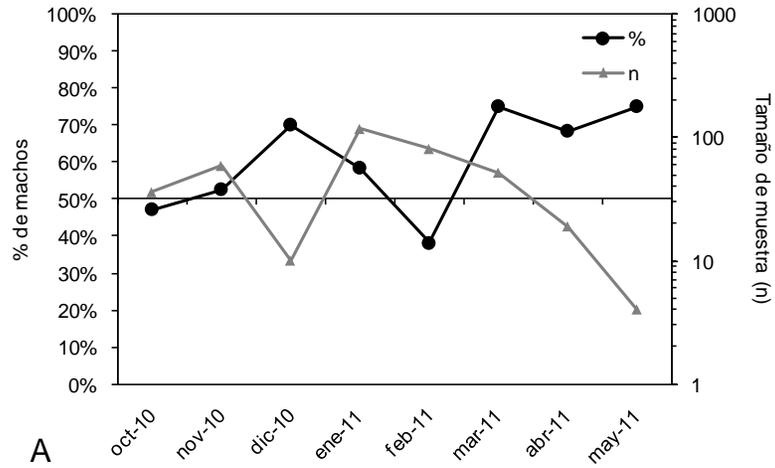
Durante los muestreos fue posible identificar el sexo de 7.454 peces del total, mientras que los 2.243 restantes correspondieron a indeterminados. Las tres especies más representadas en el muestreo presentaron una proporción de machos levemente superior al 50%, equivalente a 55,1, 57,5 y 54,5% para anguila, breca y jurel, respectivamente (Tabla 27). Para las restantes especies se considera la información obtenida solamente como referencial, ya que los tamaños de muestra son insuficientes para estimar adecuadamente las proporciones sexuales.

Tabla 27
Número de ejemplares por sexo y proporción (%) de machos
de las principales especies capturadas

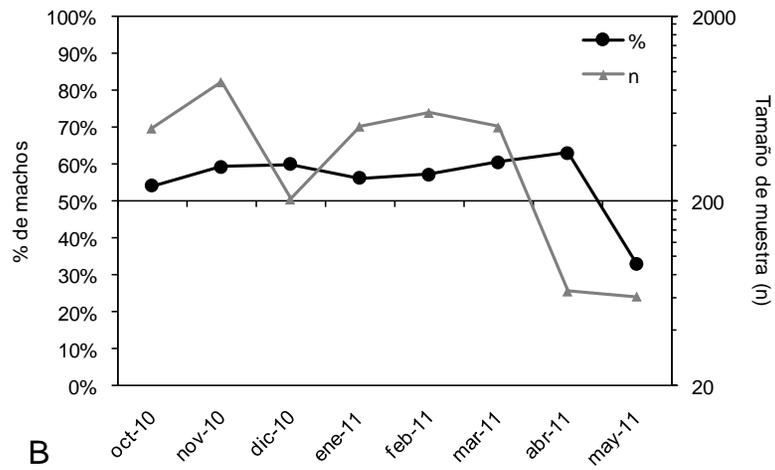
Especie	Machos	Hembras	Indeterm.	Total	% de machos
Anguila	220	179	287	686	55,1%
Breca	1.916	1415	804	4.135	57,5%
Chancharro	11	4	6	21	73,3%
Corvina de Juan Fdez.	16	16	11	43	50,0%
Graniento	32	31	63	126	50,8%
Jerguilla de Juan Fdez.	65	33	3	101	66,3%
Jurel de Juan Fdez.	1.859	1.549	1.065	4.473	54,5%
Lenguado	5	8	4	17	38,5%
Pampanito	35	22	-	57	61,4%
Vidriola	21	17	-	38	55,3%

En el caso de anguila, podría existir un cambio estacional en la proporción de machos en las capturas, posiblemente relacionado por el comportamiento de la especie (Fig. 55A). Se debe tener presente que en diciembre, abril y mayo los tamaños de muestra fueron menores de 20 ejemplares, hecho que seguramente influye en la tendencia de los resultados.

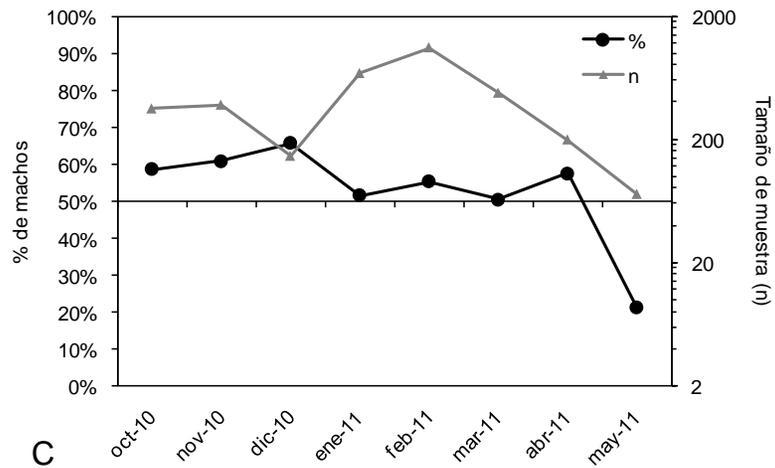
En el caso de breca y jurel de Juan Fernández (Figs. 55B y C), las proporciones de machos oscilaron entre octubre de 2010 y abril de 2011 entre 54 y 63% y entre 50 y 66%, respectivamente. En ambos casos, la proporción de machos disminuyó notablemente en mayo de 2011 (33 y 21%, respectivamente), aunque también fueron menores sus capturas y los tamaños de muestra.



A



B



C

Figura 55. Porcentaje mensual de machos. A: anguila morena, B: breca, C: jurel de Juan Fernández.

En la Fig. 56 se observa que la proporción de machos de breca y de jurel de Juan Fernández disminuye a medida que aumenta su longitud, dominando las hembras a partir de los 35 y 45 cm, respectivamente. En el caso de anguila, no se apreció la misma tendencia, no obstante la proporción de machos es levemente superior del 50%.

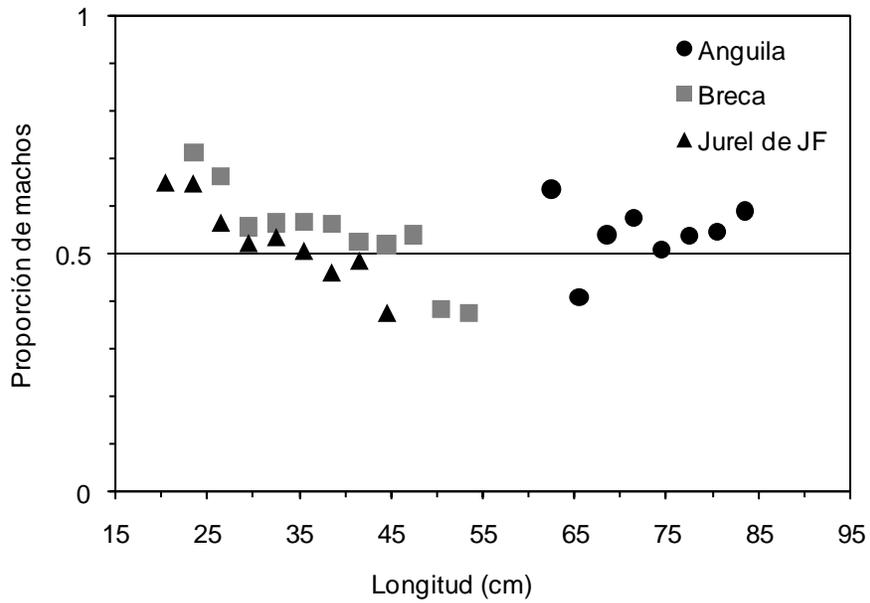


Figura 56. Proporción de machos a la talla de anguila morena, breca y jurel de Juan Fernández.

Cuantificación de la captura total (número)

Considerando la captura observada por especie, para las 157 salidas de pesca monitoreadas, se obtienen los datos indicados en la Tabla 28.

Tabla 28

Datos de captura observada (número de ejemplares) y número de viajes de pesca monitoreados orientados a la captura de langosta y carnada de *J. frontalis*

	Número de ejemplares
Nº de viajes de pesca monitoreados, orientados a la captura de langosta y carnada (oct 2010-may 2011)	157
Captura observada de breca (unidades)	4.330
Captura observada de jurel de JFdez (unidades)	4.676
Captura observada de anguila morena (unidades)	849
Captura observada de otros recursos (unidades)	608

Con base a ello, se obtienen dos escenarios, el primero de ellos (Esc. A), considera sólo aquellas salidas de pesca identificadas como orientadas a la revisión de trampas langosteras o a salidas para captura de carnada, según datos de la Capitanía de Puerto de San Juan Bautista; en tanto el segundo (Esc. B), se basa en una aproximación del número de salidas de pesca orientadas ya sea a la captura de langosta y carnada, cuya finalidad no identificada, obtenida a partir de los porcentajes de las salidas identificadas positivamente como de revisión de trampas langosteras o carnada (Tabla 29).

Tabla 29

Datos de captura estimada (número de ejemplares) y número de viajes de pesca identificados y estimados como orientados a la captura de langosta y carnada de *J. frontalis*

	Número de ejemplares
Nº total de viajes de pesca identificados como orientados a la captura de langosta y carnada (oct 2010-may 2011) (Esc. A)	1.553
Captura estimada de breca	42.831
Captura estimada de jurel de JFdez	46.254
Captura estimada de anguila morena	8.398
Captura estimada de otros recursos	6.014
Total captura estimada (Esc. A)	103.497
Nº total de viajes de pesca estimados como orientados a la captura de langosta y carnada (oct 2010-may 2011) (Esc. B)	2.080
Captura estimada de breca	57.366
Captura estimada de jurel de JFdez	61.950
Captura estimada de anguila morena	11.248
Captura estimada de otros recursos	8.055
Total captura estimada(Esc. B)	138.618

Destino de ejemplares capturados

A partir de la información recopilada referida al destino de la captura de peces (en número) obtenida en salidas de pesca destinadas a la revisión de trampas langosteras o carnada, se precisó el destino a un total de 653 ejemplares de peces. Considerando dicha información globalmente, se determinó que un 25% de los ejemplares capturados fue destinado a carnada de peces, el 60% a carnada de langostas, 10% a consumo y el 5% a venta (Fig. 57).

Al agrupar en tanto las especies de peces, ya sea pelágicos o demersales, se determinó que el 50% de los peces pelágicos se destinaron a carnada de peces, en tanto el 46% a carnada de langosta. En el caso de los peces demersales, en cambio, apenas el 2% se destinó a carnada de peces y el 73% a carnada de langosta (Fig. 58 A y B).

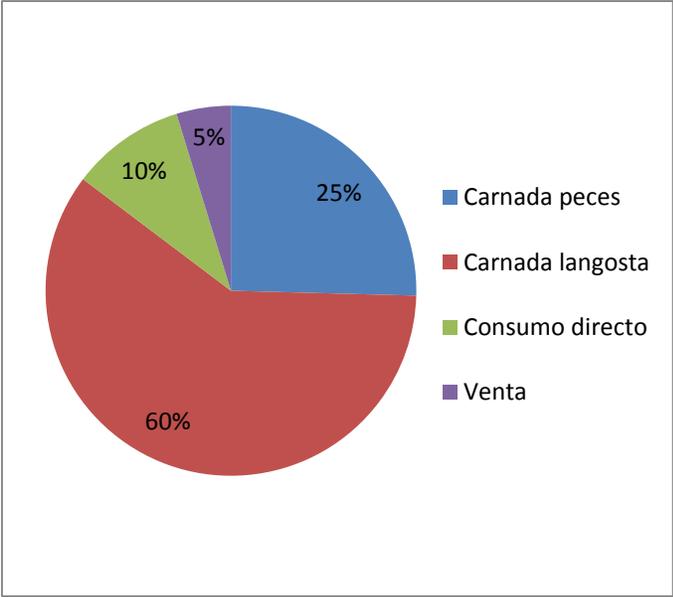


Figura 57. Destino porcentual de los ejemplares capturados (en número) en salidas de revisión de trampas langosteras o de carnada.

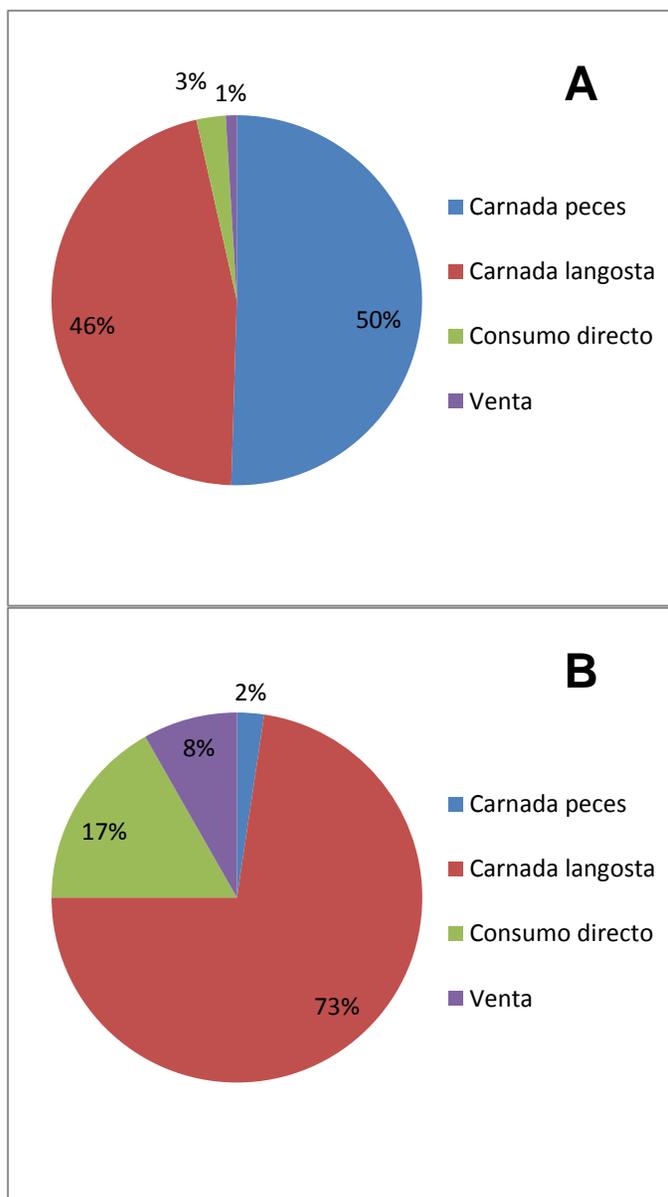


Figura 58. Destino porcentual de los ejemplares capturados (en número) en salidas de revisión de trampas langosteras o de carnada de A) Recursos pelágicos y B) Recursos demersales.

Al considerar globalmente la información, y desglosar por tipo de especies, en términos de especies pelágicas y demersales, se determinó que el 24% de los ejemplares capturados correspondieron a especies de peces pelágicos destinados a carnada de otros peces, en tanto sólo el 1% de los peces correspondieron a demersales destinados al mismo fin. Por otro lado, el 22% de los peces capturados correspondió a recursos pelágicos destinados a carnada de langosta, en tanto el 38% de los ejemplares fueron especies demersales para carnada de langosta. Finalmente, un 15% de los ejemplares capturados en las salidas fueron finalmente destinados a consumo directo o venta (Tabla 30).

Tabla 30
Destino de los recursos capturados, pelágicos y demersales, en número y porcentaje en las salidas de pesca monitoreadas

	Tipo de recurso (Número)		Tipo de recurso (Porcentaje)	
	Pelágicos	Demersales	Pelágicos	Demersales
Carnada peces (entero)	37	1	5,7%	0,2%
Carnada peces (parcial)	121	7	18,5%	1,1%
Carnada langosta (entero)	114	161	17,5%	24,7%
Carnada langosta (parcial)	30	86	4,6%	13,2%
Consumo directo (entero)	3	45	0,5%	6,9%
Consumo directo (parcial)	5	12	0,8%	1,8%
Venta (entero)	1	0	0,2%	0,0%
Venta (parcial)	2	28	0,3%	4,3%

A partir de los datos porcentuales y de la estimación de la captura total (Esc. B), correspondiente a un total de 138.618 ejemplares, se estimó el número de ejemplares por destino (Figs. 59 y 60)

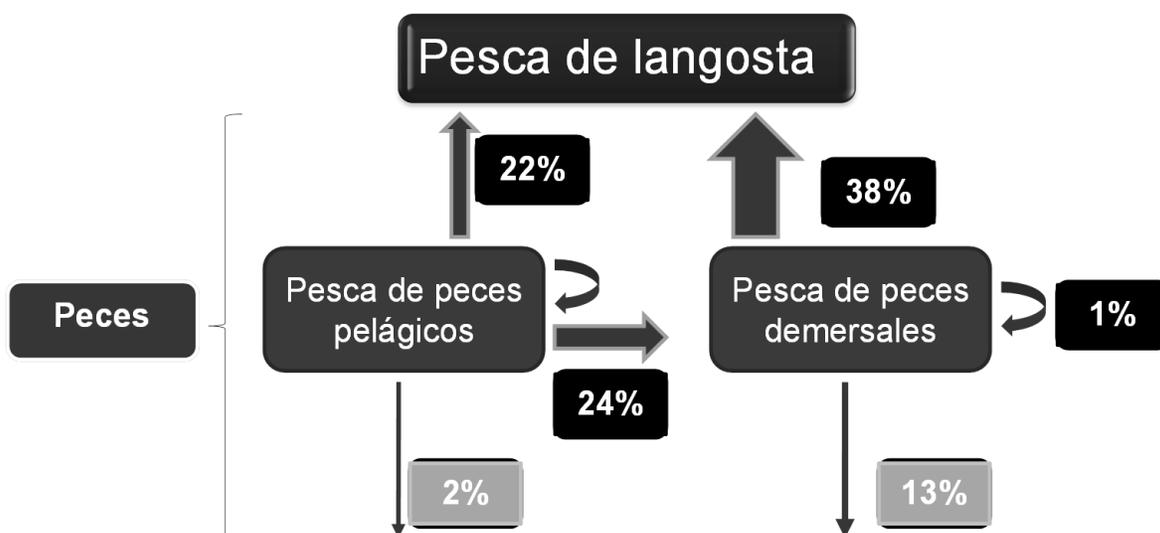


Figura 59. Flujos porcentuales de la captura de peces (en número) en salidas de revisión de trampas langosteras o de carnada.

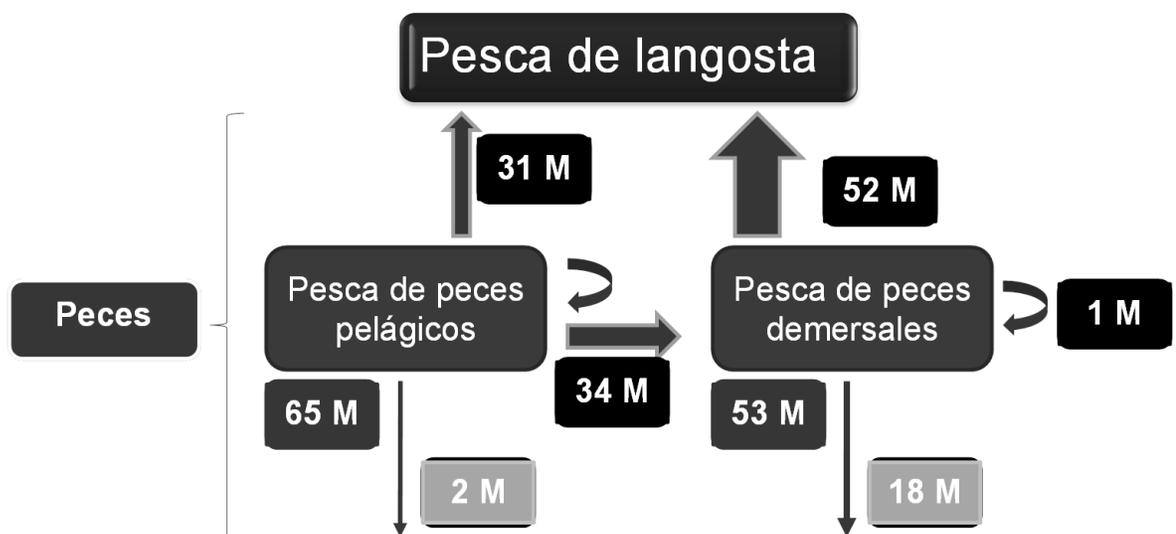


Figura 60. Destino de los ejemplares de peces capturados (en miles) en salidas de revisión de trampas langosteras o carnada.

Encuestas de capturas durante recaladas

Se encuestó un total de 415 recaladas de pesca a un total de 35 embarcaciones. Los resultados indicaron la captura de un total de 12 especies (Tabla 31). En general, los encuestados respondieron las preguntas en términos de captura en peso por especie, en aquellos casos en que se reportó la captura en número, se asumió un peso unitario promedio obtenidos por el consultor en las relaciones talla-peso, o conforme a lo informado en otros proyectos realizados en el archipiélago (Arana, 2000).

Tabla 31

Reportes de captura por especie informadas por pescadores a la recalada de sus embarcaciones en salidas de pesca

Especie	Número reportado	Peso unitario estimado	Captura reportada(kg)	Total captura (número) estimado	Total captura (peso) estimado
Salmon/Alfonsino	3	0,6***		58	35
Anguila morena	340	1,12*	2	6.873	7.698
Breca	392	0,584*	392	15.995	9.341
Chancharro	1	0,6***	1	20	12
Colorado	2	0,4***	1	80	32
Corvina de JFdez	56	3,6**	54	1373	4.944
Graniento	2	0,6***	2	60	36
Jerguilla de JFdez	17	1,89**	17	398	752
Jurel de JFdez	412	0,25*	412	3127	781
Pampanito	2	0,15***	2	17	2,5
Venoso	1	0,25***	1	12	3
Vidriola	12	2,6**		16	41
Total	1.240		884	2.124	23.679

*Estimado según talla-peso; **Según Arana (2000); ***Según criterio de muestreadores del proyecto

A partir de dicha información, y para los Escenarios A y B (1.553 y 2.080 salidas de pesca), se estimó una capturas totales en número de 104.892 y 140.486 ejemplares, respectivamente y en peso, de 88.609 y 118.678 kg, respectivamente.

Cuantificación de la captura total (peso)

a) Relación talla-peso

A partir de una muestra obtenida *ex profeso*, de las principales especies capturadas en salidas de pesca de carnada o de revisión de trampas langosteras, se midió la longitud y el peso de ejemplares individuales.

En el caso de la breca, la muestra correspondió a 70 individuos, de los cuales 23 fueron hembras y 47 machos. A partir de ello, las relaciones de talla-peso separadamente por sexo corresponden a:

Breca Total	Estimado	Error estándar	Valor-p	R ²
bo	0,000018	~0	< 0,05	98,52%
b1	2,964502	0,039351	< 0,05	

Breca Hembras	Estimado	Error estándar	Valor-p	R ²
bo	0,000016	~0	< 0,05	98,95%
b1	3,001018	0,064379	< 0,05	

Breca machos	Estimado	Error estándar	Valor-p	R ²
bo	0,000021	~0	< 0,05	98,18%
b1	2,930395	0,050780	< 0,05	

En el caso del jurel de Juan Fernández, el número de ejemplares obtenido fue 36 individuos. De dicho total, 9 correspondieron a machos, 11 a hembras y a 16 ejemplares no se les identificó el sexo. Conforme a ello, las estimaciones del modelo talla-peso para el total de los ejemplares correspondió a:

Total JUREL	Estimado	Error estándar	Valor-p	R²
bo	0,000073	0,000027	< 0,05	95,06%
b1	2,537261	0,106967	< 0,05	

Finalmente, en el caso de la anguila morena, se midió y pesó un total de 21 ejemplares, a los cuales no fue posible identificar su sexo.

Total ANGUILA	Estimado	Error estándar	Valor-p	R²
bo	0,0000001	0,991065	< 0,05	93,26%
b1	3,724864	0,229691	< 0,05	

b) Captura total (peso)

A partir de las estructuras de talla de las principales especies capturadas, y de sus relaciones talla-peso, se estimaron los respectivos aportes en peso a la talla. Expandiendo los datos a la captura estimada total a partir del escenario B, las capturas estimadas de las principales especies de peces para el periodo de pesca de langosta octubre 2010 – mayo 2011, en salidas de pesca para revisión de trampas langosteras o carnada alcanzaron 72,4 ton (37,6 ton de breca, 22,2 ton de jurel de Juan Fernández y 12,6 ton anguila morena). El total de la captura estimada en peso, y considerando pesos promedio para las restantes especies capturadas fue 81,4 ton (Tablas 32 a 36).

Tabla 32

Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de breca (hembras)

Talla	Frec.	Frec. Relat.	Peso unit a talla (kg)	MUESTRA CAPTURAS		TOTAL BRECA HEMBRAS	
				Frec.	Peso tot. a talla (kg)	Frec expand.	Peso tot a talla (kg)
19	3	0,002	0,11	4	0,4	52	5,7
20	3	0,002	0,13	4	0,5	52	6,7
21	3	0,002	0,15	4	0,6	52	7,7
22	4	0,003	0,17	5	0,9	69	11,9
23	15	0,011	0,20	20	3,8	260	50,8
24	32	0,023	0,22	42	9,3	555	123,1
25	42	0,030	0,25	55	13,8	728	182,7
26	60	0,043	0,28	79	22,2	1040	293,6
27	78	0,055	0,32	102	32,3	1353	427,4
28	98	0,070	0,35	128	45,2	1699	598,9
29	106	0,075	0,39	139	54,3	1838	719,7
30	134	0,095	0,43	175	76,0	2324	1007,3
31	92	0,065	0,48	120	57,6	1595	763,1
32	88	0,063	0,53	115	60,6	1526	802,9
33	81	0,058	0,58	106	61,2	1405	810,5
34	56	0,040	0,63	73	46,3	971	612,9
35	66	0,047	0,69	86	59,5	1144	787,9
36	49	0,035	0,75	64	48,1	850	636,6
37	50	0,036	0,81	65	53,2	867	705,3
38	36	0,026	0,88	47	41,5	624	550,1
39	33	0,023	0,95	43	41,1	572	545,1
40	22	0,016	1,03	29	29,6	381	392,1
41	31	0,022	1,11	41	44,9	538	595,0
42	31	0,022	1,19	41	48,3	538	639,6
43	24	0,017	1,28	31	40,1	416	531,4
44	33	0,023	1,37	43	59,1	572	782,9
45	18	0,013	1,46	24	34,5	312	456,8
46	19	0,014	1,56	25	38,9	329	515,1
47	21	0,015	1,67	27	45,8	364	607,3
48	17	0,012	1,78	22	39,5	295	523,7
49	13	0,009	1,89	17	32,2	225	426,0
50	15	0,011	2,01	20	39,4	260	522,3
51	17	0,012	2,13	22	47,4	295	628,2
52	5	0,004	2,26	7	14,8	87	195,8
53	2	0,001	2,39	3	6,3	35	82,9
54	3	0,002	2,53	4	9,9	52	131,6
55	0	0,000	2,67	0	0,0	0	0,0
56	3	0,002	2,82	4	11,1	52	146,8
57	0	0,000	2,98	0	0,0	0	0,0
58	2	0,001	3,13	3	8,2	35	108,7
59	0	0,000	3,30	0	0,0	0	0,0
60	0	0,000	3,47	0	0,0	0	0,0
61	0	0,000	3,65	0	0,0	0	0,0
62	0	0,000	3,83	0	0,0	0	0,0
63	0	0,000	4,02	0	0,0	0	0,0
64	0	0,000	4,21	0	0,0	0	0,0
65	1	0,001	4,41	1	5,8	17	76,5
				TOTALES	1.284,1	24.380,4	17.012,6

Tabla 33

Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de breca (machos)

Talla	Frec.	Frec. Relat.	Peso unit a talla (kg)	MUESTRA CAPTURAS		TOTAL BRECA MACHOS	
				Frec.	Peso tot. a talla (kg)	Frec expand.	Peso tot a talla (kg)
20	4	0,002	0,1	5	0,7	69	9,4
21	0	0,000	0,2	0	0,0	0	0,0
22	7	0,004	0,2	9	1,6	121	21,8
23	35	0,018	0,2	46	9,4	605	124,4
24	85	0,045	0,2	111	25,8	1470	342,1
25	92	0,048	0,3	120	31,5	1591	417,3
26	110	0,058	0,3	144	42,3	1903	559,8
27	152	0,080	0,3	198	65,2	2629	864,0
28	146	0,077	0,4	191	69,7	2525	923,2
29	138	0,072	0,4	180	73,0	2387	967,1
30	142	0,074	0,4	185	83,0	2456	1099,1
31	119	0,062	0,5	155	76,5	2058	1013,9
32	110	0,058	0,5	144	77,6	1903	1028,6
33	111	0,058	0,6	145	85,7	1920	1135,9
34	91	0,048	0,6	119	76,7	1574	1016,4
35	88	0,046	0,7	115	80,8	1522	1070,0
36	45	0,024	0,8	59	44,9	778	594,3
37	61	0,032	0,8	80	65,9	1055	872,9
38	50	0,026	0,9	65	58,4	865	773,7
39	43	0,023	1,0	56	54,2	744	718,0
40	42	0,022	1,0	55	57,0	726	755,3
41	19	0,010	1,1	25	27,7	329	367,3
42	32	0,017	1,2	42	50,1	554	663,9
43	28	0,015	1,3	37	47,0	484	622,4
44	24	0,013	1,4	31	43,1	415	570,6
45	29	0,015	1,5	38	55,6	502	736,5
46	27	0,014	1,6	35	55,2	467	731,3
47	24	0,013	1,7	31	52,3	415	692,3
48	16	0,008	1,8	21	37,1	277	490,9
49	8	0,004	1,9	10	19,7	138	260,7
50	14	0,007	2,0	18	36,5	242	484,1
51	6	0,003	2,1	8	16,6	104	219,9
52	4	0,002	2,2	5	11,7	69	155,2
53	0	0,000	2,4	0	0,0	0	0,0
54	2	0,001	2,5	3	6,5	35	86,7
55	1	0,001	2,6	1	3,5	17	45,7
56	1	0,001	2,8	1	3,6	17	48,2
57	0	0,000	2,9	0	0,0	0	0,0
58	0	0,000	3,1	0	0,0	0	0,0
59	0	0,000	3,2	0	0,0	0	0,0
60	0	0,000	3,4	0	0,0	0	0,0
61	0	0,000	3,6	0	0,0	0	0,0
62	0	0,000	3,8	0	0,0	0	0,0
63	0	0,000	3,9	0	0,0	0	0,0
64	1	0,001	4,1	1	5,4	17	71,3
65	0	0,000	4,3	0	0,0	0	0,0
TOTALES					1.551,45	32.985,22	20.554,24

Tabla 34

Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de jurel de Juan Fernández

Talla	Frec.	Frec. Relat.	Peso unit a talla (kg)	MUESTRA CAPTURAS		TOTAL JUREL	
				Frec.	Peso tot. a talla (kg)	Frec expand.	Peso tot a talla (kg)
3	1	0,000	0,0	1	0,0	14	0,0
4	1	0,000	0,0	1	0,0	14	0,0
5	0	0,000	0,0	0	0,0	0	0,0
6	0	0,000	0,0	0	0,0	0	0,0
7	0	0,000	0,0	0	0,0	0	0,0
8	0	0,000	0,0	0	0,0	0	0,0
9	0	0,000	0,0	0	0,0	0	0,0
10	0	0,000	0,0	0	0,0	0	0,0
11	13	0,003	0,0	14	0,4	180	5,8
12	12	0,003	0,0	13	0,5	167	6,7
13	3	0,001	0,0	3	0,2	42	2,0
14	23	0,005	0,1	24	1,4	319	18,9
15	8	0,002	0,1	8	0,6	111	7,8
16	31	0,007	0,1	32	2,7	430	35,7
17	61	0,014	0,1	64	6,2	847	81,8
18	119	0,027	0,1	125	13,9	1652	184,6
19	164	0,037	0,1	172	22,0	2276	291,8
20	159	0,036	0,1	167	24,3	2207	322,2
21	170	0,038	0,2	178	29,4	2360	389,9
22	199	0,045	0,2	208	38,8	2762	513,6
23	179	0,040	0,2	188	39,0	2485	517,1
24	221	0,050	0,2	232	53,7	3068	711,3
25	243	0,054	0,3	255	65,5	3373	867,4
26	252	0,056	0,3	264	75,0	3498	993,7
27	316	0,071	0,3	331	103,5	4386	1371,3
28	308	0,069	0,3	323	110,6	4275	1465,8
29	287	0,064	0,4	301	112,7	3984	1493,0
30	281	0,063	0,4	294	120,2	3900	1593,1
31	254	0,057	0,4	266	118,1	3526	1564,9
32	237	0,053	0,5	248	119,5	3290	1582,7
33	176	0,039	0,5	184	95,9	2443	1270,8
34	212	0,048	0,6	222	124,6	2943	1651,2
35	139	0,031	0,6	146	88,0	1929	1165,2
36	121	0,027	0,6	127	82,2	1680	1089,5
37	86	0,019	0,7	90	62,7	1194	830,1
38	50	0,011	0,7	52	39,0	694	516,4
39	44	0,010	0,8	46	36,6	611	485,4
40	27	0,006	0,8	28	24,0	375	317,6
41	37	0,008	0,9	39	35,0	514	463,4
42	8	0,002	1,0	8	8,0	111	106,5
43	8	0,002	1,0	8	8,5	111	113,1
44	4	0,001	1,1	4	4,5	56	59,9
45	5	0,001	1,1	5	6,0	69	79,3
46	1	0,000	1,2	1	1,3	14	16,8
47	2	0,000	1,3	2	2,7	28	35,4
48	1	0,000	1,3	1	1,4	14	18,7
				TOTALES	1.678,72	61.949,55	22.240,34

Tabla 35a

Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de anguila

Talla	Frec.	Frec. Relat.	Peso unit a talla (kg)	MUESTRA CAPTURAS		TOTAL ANGUILA	
				Frec.	Peso tot. a talla (kg)	Frec expand.	Peso tot a talla (kg)
32	1	0,001	0,0	1	0	16	0,7
33	0	0,000	0,0	0	0	0	0,0
34	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
35	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
36	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
37	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
38	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
39	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
40	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
41	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
42	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
43	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
44	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
45	0	0,000	0,1	0	0	0	0,0
46	0	0,000	0,2	0	0	0	0,0
47	0	0,000	0,2	0	0	0	0,0
48	0	0,000	0,2	0	0	0	0,0
49	0	0,000	0,2	0	0	0	0,0
50	1	0,001	0,2	1	0	16	3,5
51	0	0,000	0,2	0	0	0	0,0
52	1	0,001	0,2	1	0	16	4,1
53	5	0,007	0,3	6	2	82	21,8
54	0	0,000	0,3	0	0	0	0,0
55	4	0,006	0,3	5	2	66	20,0
56	4	0,006	0,3	5	2	66	21,4
57	7	0,010	0,3	9	3	115	40,0
58	2	0,003	0,4	2	1	33	12,2
59	6	0,009	0,4	7	3	99	39,0
60	3	0,004	0,4	4	2	49	20,7
61	4	0,006	0,4	5	2	66	29,4
62	11	0,016	0,5	14	6	181	85,9
63	16	0,023	0,5	20	10	263	132,6
64	6	0,009	0,5	7	4	99	52,7
65	26	0,038	0,6	32	18	428	242,1
66	25	0,037	0,6	31	19	411	246,4
67	37	0,054	0,6	46	29	608	385,7
68	35	0,051	0,7	43	29	576	385,6
69	25	0,037	0,7	31	22	411	290,8
70	39	0,057	0,7	48	36	641	478,6
71	26	0,038	0,8	32	25	428	336,4
72	39	0,057	0,8	48	40	641	531,6
73	36	0,053	0,9	45	39	592	516,6
74	31	0,045	0,9	38	35	510	467,9
75	30	0,044	1,0	37	36	493	476,1
76	24	0,035	1,0	30	30	395	400,1
77	19	0,028	1,1	24	25	312	332,6

Tabla 35b

Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de anguila

Talla	Frec.	Frec. Relat.	Peso unit a talla (kg)	MUESTRA CAPTURAS		TOTAL ANGUILA	
				Frec.	Peso tot. a talla (kg)	Frec expand.	Peso tot a talla (kg)
78	18	0,026	1,1	22	25	296	330,6
79	11	0,016	1,2	14	16	181	211,8
80	12	0,018	1,2	15	18	197	242,2
81	18	0,026	1,3	22	29	296	380,5
82	7	0,010	1,3	9	12	115	154,9
83	20	0,029	1,4	25	35	329	462,9
84	10	0,015	1,5	12	18	164	242,0
85	15	0,022	1,5	19	29	247	379,4
86	8	0,012	1,6	10	16	132	211,4
87	10	0,015	1,7	12	21	164	275,8
88	9	0,013	1,8	11	20	148	259,0
89	5	0,007	1,8	6	11	82	150,1
90	6	0,009	1,9	7	14	99	187,8
91	10	0,015	2,0	12	25	164	326,1
92	8	0,012	2,1	10	21	132	271,7
93	4	0,006	2,2	5	11	66	141,4
94	7	0,010	2,2	9	19	115	257,6
95	1	0,001	2,3	1	3	16	38,3
96	4	0,006	2,4	5	12	66	159,2
97	3	0,004	2,5	4	9	49	124,1
98	5	0,007	2,6	6	16	82	214,9
99	0	0,000	2,7	0	0	0	0,0
100	0	0,000	2,8	0	0	0	0,0
101	4	0,006	2,9	5	15	66	192,3
102	5	0,007	3,0	6	19	82	249,4
103	3	0,004	3,1	4	12	49	155,2
104	4	0,006	3,3	5	16	66	214,5
105	1	0,001	3,4	1	4	16	55,6
106	3	0,004	3,5	4	13	49	172,7
107	2	0,003	3,6	2	9	33	119,2
108	0	0,000	3,8	0	0	0	0,0
109	0	0,000	3,9	0	0	0	0,0
110	0	0,000	4,0	0	0	0	0,0
111	2	0,003	4,2	2	10	33	136,7
112	0	0,000	4,3	0	0	0	0,0
113	0	0,000	4,4	0	0	0	0,0
114	0	0,000	4,6	0	0	0	0,0
115	0	0,000	4,7	0	0	0	0,0
116	2	0,003	4,9	2	12	33	161,1
117	0	0,000	5,1	0	0	0	0,0
118	0	0,000	5,2	0	0	0	0,0
119	0	0,000	5,4	0	0	0	0,0
120	0	0,000	5,6	0	0	0	0,0
121	0	0,000	5,7	0	0	0	0,0
122	1	0,001	5,9	1	7	16	97,2
123	0	0,000	6,1	0	0	0	0,0

Tabla 35c

Expansión, según aporte en peso a la talla, a la captura total de anguila

Talla	Frec.	Frec. Relat.	Peso unit a talla (kg)	MUESTRA CAPTURAS		TOTAL ANGUILA	
				Frec.	Peso tot. a talla (kg)	Frec expand.	Peso tot a talla (kg)
124	1	0,001	6,3	1	8	16	103,3
125	0	0,000	6,5	0	0	0	0,0
126	0	0,000	6,7	0	0	0	0,0
127	0	0,000	6,9	0	0	0	0,0
128	0	0,000	7,1	0	0	0	0,0
129	0	0,000	7,3	0	0	0	0,0
130	0	0,000	7,5	0	0	0	0,0
131	1	0,001	7,7	1	10	16	126,7
132	0	0,000	7,9	0	0	0	0,0
133	0	0,000	8,2	0	0	0	0,0
134	0	0,000	8,4	0	0	0	0,0
135	0	0,000	8,6	0	0	0	0,0
136	0	0,000	8,9	0	0	0	0,0
137	0	0,000	9,1	0	0	0	0,0
138	0	0,000	9,4	0	0	0	0,0
139	0	0,000	9,6	0	0	0	0,0
140	0	0,000	9,9	0	0	0	0,0
141	0	0,000	10,1	0	0	0	0,0
142	0	0,000	10,4	0	0	0	0,0
143	0	0,000	10,7	0	0	0	0,0
144	0	0,000	11,0	0	0	0	0,0
145	1	0,001	11,2	1	14	16	184,9
TOTALES					948	11.248	12.565

Tabla 36

Datos de captura estimada y número de viajes de pesca

	Peso de ejemplares (ton)
Nº de viajes de pesca estimados como de langosta o carnada (oct 2010-may 2011) (Esc. A)	1.553
Captura estimada de breca	28,0
Captura estimada de jurel de JFdez	16,6
Captura estimada de anguila morena	9,4
Captura estimada de otros recursos	6,7
Total captura estimada (ton) (Esc. A)	60,7
Nº de viajes de pesca identificados como de langosta o carnada (oct 2010-may 2011) (Esc. B)	2.080
Captura estimada de breca	37,6
Captura estimada de jurel de JFdez	22,2
Captura estimada de anguila morena	12,6
Captura estimada de otros recursos	8,9
Total captura estimada (ton) (Esc. B)	81,4

Considerando el destino de los ejemplares, y partir de las estimaciones de captura total en peso, a partir del Esc. A, se estimó que se destinaron 15,4 ton a carnada de peces, 36,4 ton a carnada de langosta, 6 ton a consumo directo y 2,9 ton a venta. Tomando en cuenta en tanto el Esc. B, se estimó que 20,7 ton a carnada de peces, 48,7 ton a carnada de langosta, 8,1 ton a consumo directo y 3,9 ton a venta

Cuantificación de la captura para carnada

a) Carnada por trampa.

En el periodo analizado, se monitorearon 2.821 trampas langosteras, en las cuales se emplearon un total de 7.625 ejemplares de peces. A partir de esos datos, se estimó un ratio de 2,7 ejemplares de peces por trampa langostera.

b) Composición por especie de carnada por trampa.

Se identificaron un total de 17 especies de peces que fueron dispuestas como carnada para langosta al interior de las trampas monitoreadas. Las principales especies utilizadas correspondieron a breca (43,8%), jurel de Juan Fernández (32,3%) y anguila morena (15,6%) (Tabla 37).

Tabla 37

Especies empleadas al interior de trampas langosteras monitoreadas

Especie	Nombre científico	Número de ejemplares	Porcentaje
Vidriola	<i>Seriola lalandi</i>	159	2,1%
Jurel de JFdez	<i>Pseudocaranx chilensis</i>	2.465	32,3%
Breca	<i>Nemadactylus gayi</i>	3.340	43,8%
Anguila morena	<i>Gymnothorax porphyreus</i>	1.188	15,6%
Jerguilla de JFdez	<i>Girella albostrata</i>	81	1,1%
Graniento	<i>Caprodon longimanus</i>	225	2,9%
Pampanito	<i>Scorpius chilensis</i>	87	1,1%
Lenguado	<i>Paralichthys</i> spp.	9	0,1%
Corvina de JFdez	<i>Umbrina reedi</i>	36	0,5%
Pez mariposa	<i>Pterygotrigla picta</i>	5	0,1%
Colorado	<i>Plectantrias lamillai</i>	8	0,1%
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	14	0,2%
Cabrilla	<i>Chironemus delfini</i>	1	0,0%
Tollo	<i>Squalus mitsukurii</i>	2	0,0%
Rollizo de JFdez	<i>Parapercis dockinsi</i>	1	0,0%
Venoso	<i>Scorpaena thomsoni</i>	4	0,1%
Salmon o alfonsino	<i>Beryx splendens</i>	2	0,02%
Total		7.625	

c) Número de trampas y carnada usada en trampas langosteras.

Las 2.821 trampas langosteras fueron monitoreadas en un total de 130 salidas de pesca, a bordo de 20 embarcaciones. Según las encuestas llevadas a cabo a los pescadores de la isla, estimó el promedio mensual de trampas caladas (Tabla 38), el cual varió entre 32 (noviembre) y 18 (mayo), a partir del número de salidas de revisión de trampas langosteras, estimada en 1.439 salidas, se estimó un consumo total de peces (en número) al interior de trampas langosteras como carnada de 106.338 ejemplares

Tabla 38

Estimación del número total de ejemplares de peces utilizados al interior de trampas langosteras (oct 2010-may 2011)

Mes	Promedio de trampas por bote	Salidas para revisión de trampas	Total de trampas	Número de ejemplares de peces
oct	29	234	6.722	18.169
nov	32	302	9.499	25.675
dic	28	264	7.378	19.944
ene	30	135	4.075	11.015
feb	27	226	6.050	16.352
mar	22	132	2.914	7.875
abr	19	81	1.536	4.151
may	18	65	1.168	3.157
Total		1.439	39.342	106.338

Eficiencia de carnada

Se registró una captura de 40.776 ejemplares de langosta. De dicho total, 3.499 fueron ejemplares comerciales (8,6%) y 37.277 ejemplares no comerciales (91,4%), o cual implica una proporción global de 1,2 langostas comerciales/trampa para el periodo octubre 2010 – mayo 2011. Los estadígrafos de las proporciones desglosadas mensualmente son indicadas en la Figura61 y Tabla 39.

Tomando en cuenta las capturas de peces realizadas sólo en salidas de pesca orientadas a la revisión de trampas langosteras o salidas de pesca de carnada, se determinó el empleo de 138.618 peces (Esc. B) para capturar aproximadamente 48.784 ejemplares de langosta comercial (2,84 peces/langosta). Expresando dichos datos en peso, ello equivale a la captura de 81,4 ton peces para capturar aproximadamente 37,2 ton langosta comercial (2,1 kg de pescado para producir 1 kg de langosta comercial).

Por otro lado, y al considerar sólo los ejemplares de peces dispuestos al interior de las trampas langosteras, se estimó el empleo de 106.338 peces para capturar 48.784 ejemplares de langosta comercial. Ello equivale a un ratio de 2,2 peces/langosta comercial para todo el período.

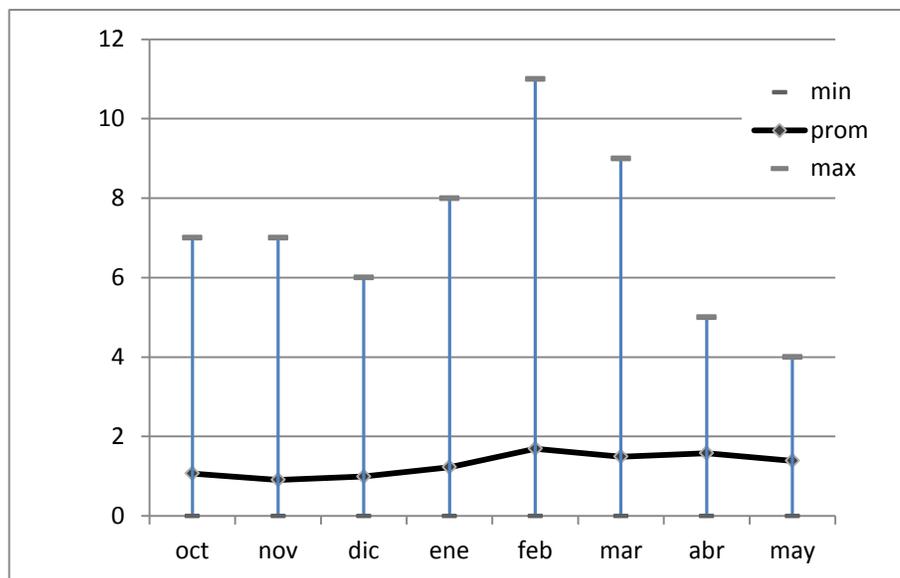
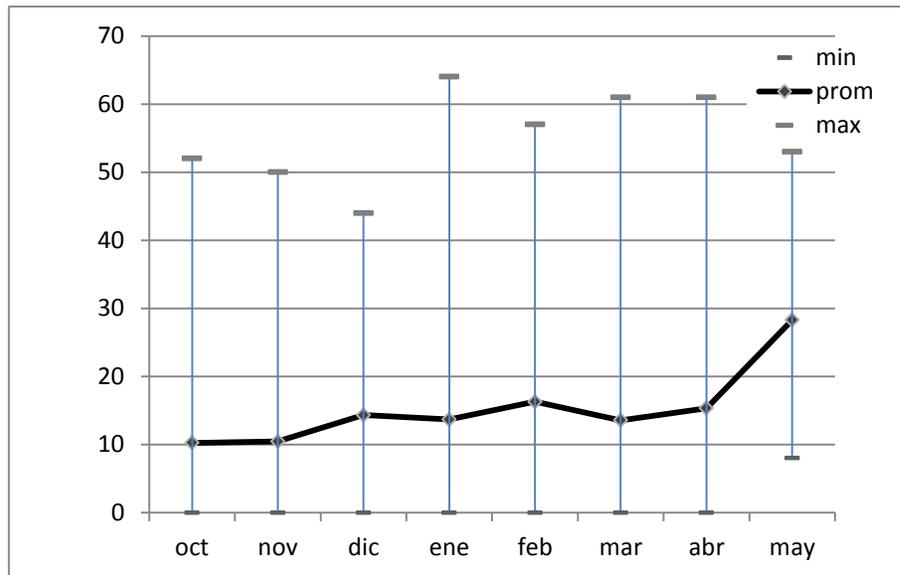


Figura 61. Número máximo, mínimo y promedio de ejemplares de langostas capturadas por trampa A) totales y B) comerciales, monitoreados durante el proyecto.

Tabla 39
Principales estadísticos mensuales del número de ejemplares de langostas capturadas por trampa A) totales y B) comerciales, monitoreados durante el proyecto

A)	min	Prom	max	n
oct	0	10,25	52	7.527
nov	0	10,47	50	8.642
dic	0	14,35	44	3.896
ene	0	13,69	64	1.795
feb	0	16,31	57	509
mar	0	13,57	61	4.109
abr	0	15,34	61	6.409
may	8	28,28	53	4.390

B)	min	Prom	max	n
oct	0	1,07	7	676
nov	0	0,91	7	898
dic	0	0,99	6	428
ene	0	1,23	8	185
feb	0	1,69	11	25
mar	0	1,49	9	428
abr	0	1,58	5	555
may	0	1,39	4	304

Aspectos reproductivos y madurez sexual

Un total de 424 ejemplares de hembras correspondientes a cinco especies de peces fueron recolectados entre octubre de 2010 y mayo de 2011, durante la temporada de pesca de langosta en Juan Fernández. El tamaño de los ejemplares recolectados fluctuó entre 20 cm y 72 cm LH, aunque sólo en la breca (*Nemadactylus gayi*) y en el jurel de JF (*Pseudocaranx chilensis*) se obtuvo un número suficiente de hembras para efectuar una caracterización preliminar de algunos parámetros reproductivos de ambas especies sobre una base mensual (Tablas 40 a 42).

Tabla 40

Principales descriptores estadísticos asociados a la longitud de ejemplares hembras de peces utilizados para el análisis gonádico

Especie	Media ± DE	Rango	N
<i>Gymnothorax porphyreus</i>	72,0 ±	72 - 72	1
<i>Nemadactylus gayi</i>	34,3 ± 6,8	23 - 53	208
<i>Girella albobstriata</i>	29,0 ±	29 - 29	1
<i>Pseudocaranx chilensis</i>	30,2 ± 4,1	20 - 46	213
<i>Seriola lalandi</i>	61,0 ±	61 - 61	1
Total			424

Fluctuaciones estacionales en Índices corporales

Las fluctuaciones mensuales en el peso de la gónada de las dos especies mayoritarias mostró un patrón opuesto. En el caso de jurel, predominaron las gónadas muy pequeñas que fluctuaron entre 0,05 y 7,2 g (media global =1,41±1,20 g), aunque mayoritariamente con valores medios inferiores a 1,5 g durante la mayoría de los meses analizados (Fig. 62). En el caso de la breca (*Nemadactylus gayi*) se obtuvieron ovarios que fluctuaron entre 0,02 y 78,7 g (media global =6,01±10,44 g) durante el periodo de estudio, con un incremento en el peso gonadal promedio a partir de marzo de 2011. Se evidenció un patrón similar para ambas especies, mediante las fluctuaciones estacionales en el índice gonadosomático, donde en caso de la breca se alcanzó un promedio máximo de 30% del peso corporal (Fig. 62).

Tabla 41

Longitud horquilla (LH) máxima, promedio y mínima, por mes, de los ejemplares de breca (*N. gayi*) con muestras de gónadas

Mes	LH min (cm)	LH media (cm)	LH max (cm)	Número
Oct	23	36,0	52	31
Nov	23	33,7	47	42
Dic	24	32,6	50	38
Ene	26	35,4	51	28
Feb	25	32,1	46	21
Mar	25	36,5	52	24
Abril	26	33,3	53	22
Mayo	45	46,5	48	2
Total	23	34,3	53	208

Tabla 42

Longitud horquilla (LH) máxima, promedio y mínima, por mes, de los ejemplares de jurel de Juan Fernández (*P. chilensis*) con muestras de gónadas

Mes	LH min (cm)	LH media (cm)	LH max (cm)	Número
Oct	25	31,6	40	34
Nov	23	28,1	46	30
Dic	20	26,9	33	24
Ene	25	31,5	41	32
Feb	22	30,1	39	19
Mar	29	30,2	31	5
Abril	24	30,7	37	40
Mayo	27	31,3	42	29
Total	20	30,1	46	213

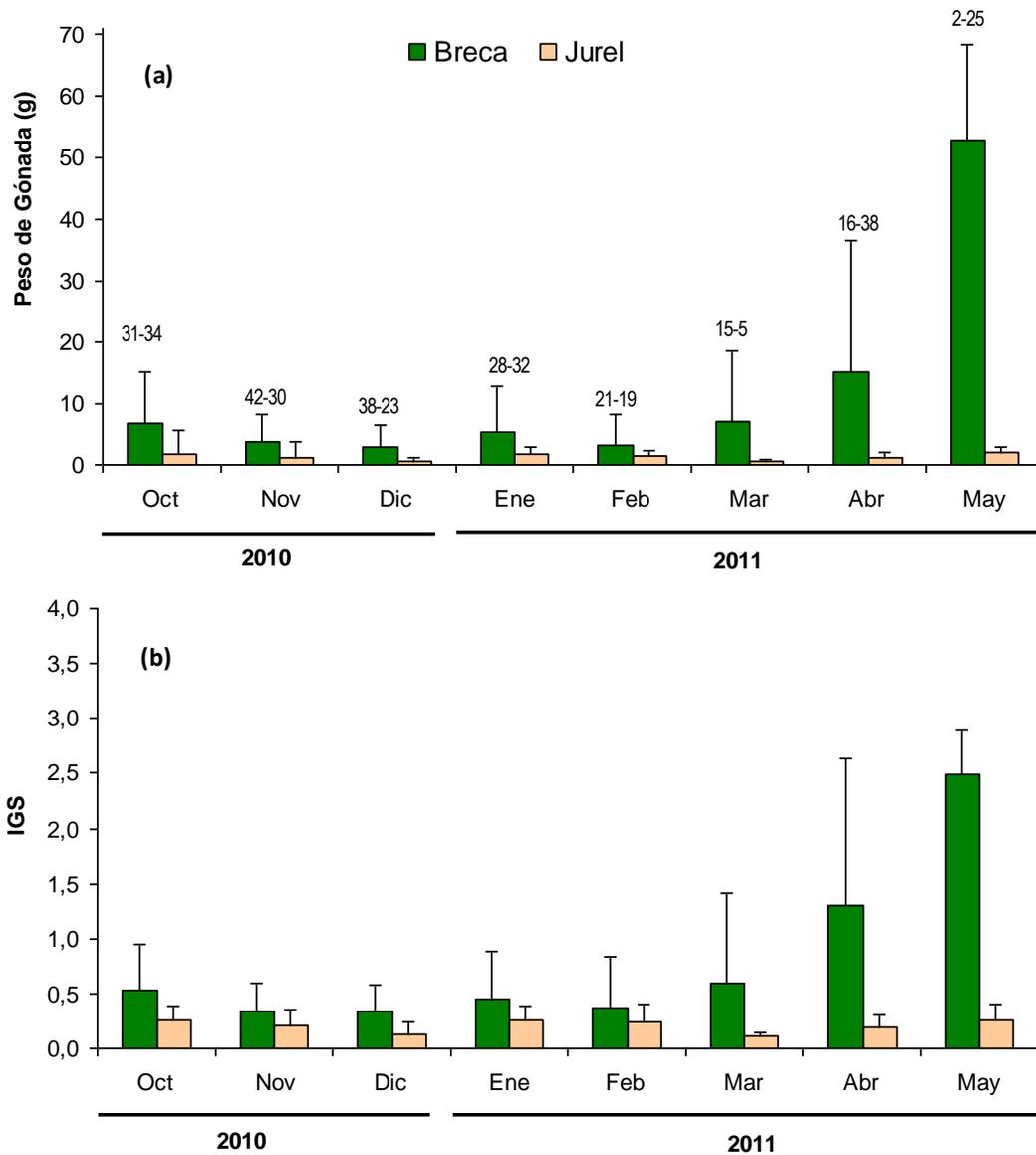


Figura 62. Cambios mensuales del Peso medio de la gónada (a) y del Índice Gonadosomático (IGS) (b) para la breca y el jurel de Juan Fernández.

Estados de madurez

Una caracterización preliminar de estado de desarrollo del ovario pudo llevarse a cabo en el caso de la Breca, teniendo en cuenta que el proyecto abarcó el período octubre-mayo. Principalmente, tres estados de desarrollo estuvieron presentes, cuyas características macro y microscópicas se describen en la Tabla 43.

Tabla 43

Descripción macroscópica y microscópica de estados de desarrollo ovárico de los ejemplares de breca (*Nemadactylus gayi*) recolectados en Juan Fernández. Vg: Vesícula germinativa; Ov Ovogonia, Op: ovocitos primarios; Ac: ovocitos en estado de Alveolo Cortical; Opv: ovocitos parcialmente vitelados; Ova: Ovocitos vitelados avanzados; Nm: Ovocitos en estado de migración del núcleo; DOMA: Diámetro medio de la moda más avanzada.

Estado	Apariencia Macroscópica	Apariencia Microscópica
Virginal y/o Reposo (1)	Ovarios muy pequeños, delgados y de apariencia tubular y algo transparentes, sin presencia de ovocitos a ojo desnudo (Fig. 63a)	Ov y Op <0.15 mm presentes. Algunos ovarios presentan absoluta ausencia de ovocitos Pv y Ova. Cápsula gruesa (Fig. 64.1)
En desarrollo (2)	Ovarios de color amarillento firmes pero con ovocitos aún no detectables a ojo desnudo. Los ovarios cubren aproximadamente $\frac{1}{4}$ de la cavidad abdominal. No se aprecia vascularización	Gran cantidad de ovocitos en estados perinucleares, alveolo cortical hasta ovocitos en vitelogénesis temprana. El estado Ac es el dominante caracterizado por la presencia de abundantes vesículas distribuidas hacia la periferia del citoplasma. Existencia de restos de folículos post-ovulatorios y/o corion residual en algunos ovarios. (Fig. 64.2)
Maduros (3)	Ovarios amarillentos firmes, con apariencia granula, cubriendo app. 50% de la cavidad abdominal, con ovocitos visible a ojo desnudo. Presencia de vascularización (Fig. 63b)	Ov, OP, Ac, y Ova presentes, pero los Ova son el grupo dominante, caracterizados por una gran cantidad de gránulos de vitelo distribuidos homogéneamente en el citoplasma. En algunos casos se observan en etapa de migración nuclear. (Fig. 64.3)

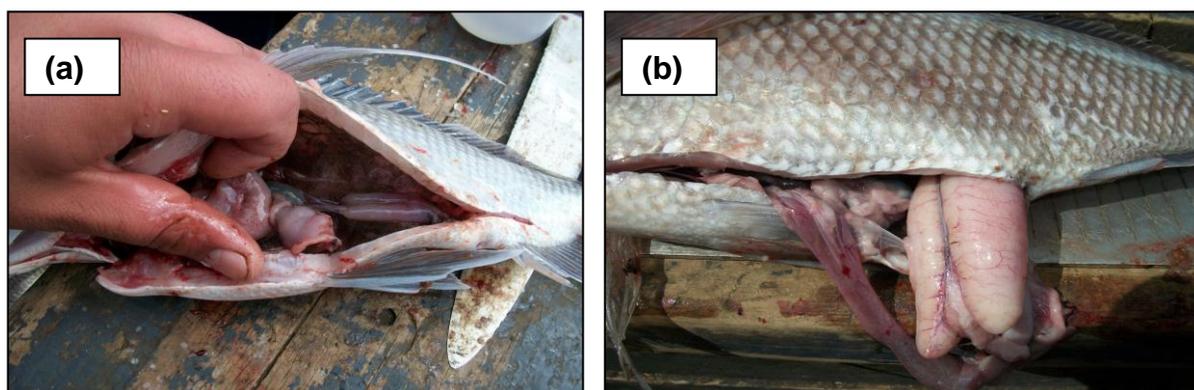


Figura 63. Fotografías ilustrativas de gónadas de la breca (*Nemadactylus gayi*) en estado de desarrollo “Virginal y/o en reposo (a)” y “Maduros” (b), tomadas inmediatamente post-captura en el Archipiélago de Juan Fernández.

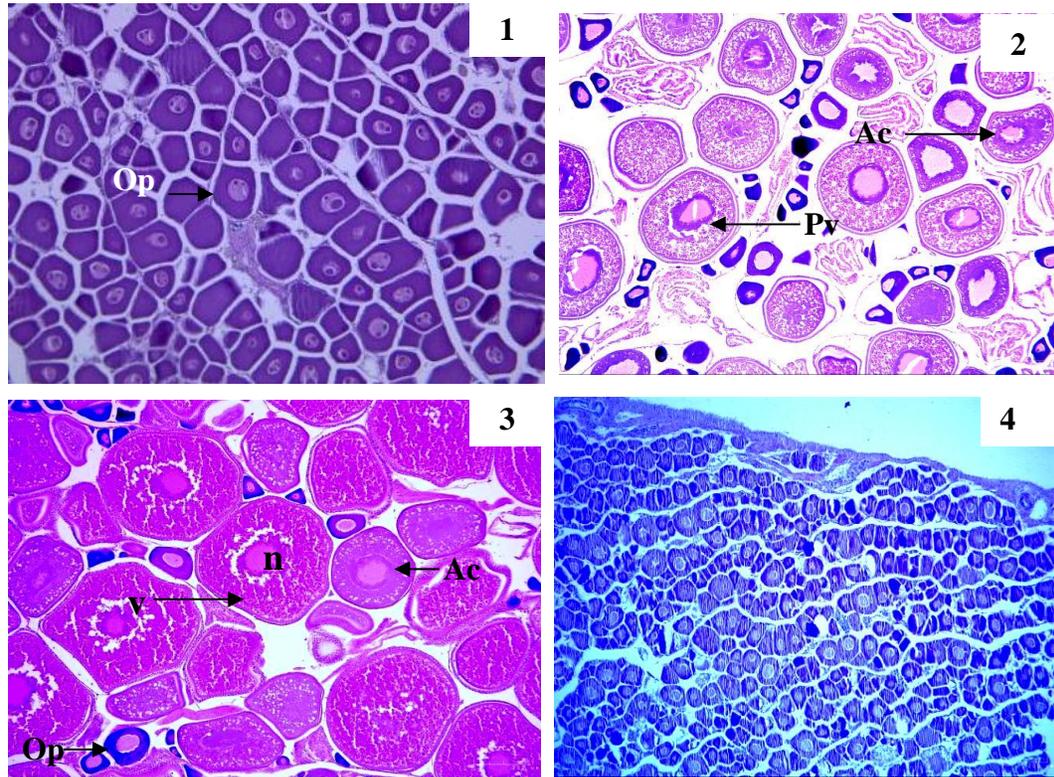


Figura 64. Fotografías de microscopía de luz ilustrando 3 estados de desarrollo de ovarios de la breca (*Nemadactylus gayi*) recolectada en Juan Fernández. (1) “Virginal y/o en Reposo”; “En Desarrollo” (2) y “Maduros” (3) Ac: alvéolo cortical; Op: Ovocitos primarios; n: Núcleo; V: Vitelados; Pv= Parcialmente vitelados. (4) Fotografía ilustrando un ovario inmaduro en el jurel de Juan Fernández.

En el caso del jurel de JF se encontró predominio de hembras con ovarios muy pequeños y translúcidos sin ovocitos visibles a ojo desnudo y macroscópicamente pudieron ser clasificados como en estado Virginal y/o en Reposo. Histológicamente en estos ovarios predominaron ovogonias y ovocitos en crecimiento primario, y sólo en algunos casos presencia de ovocitos en el estado de alveolo cortical (Fig. 64.4). Esta condición se mantuvo durante los ocho meses de estudio.

Distribución de frecuencia de diámetro de ovocitos

Un análisis del desarrollo intra-ovárico de los ovocitos pudo llevarse a cabo en la breca (*Nemadactylus gayi*) mediante la construcción de una distribución de frecuencia de diámetros de los ovocitos. Se debe subrayar que en este proceso sólo se midieron ovocitos >0.1 mm, descartándose estructuras más pequeñas como oogonias y ovocitos en crecimiento primario que fueron muy abundantes en los tres estados de desarrollo examinados. Un rasgo característico de los ovarios “En Desarrollo” (Fig.65ab) y “Maduros” (Fig. 65cd) fue la forma polimodal de la distribución de frecuencia, a medida que progresa el desarrollo ovárico, evidenciándose ovocitos vitelados entre los 0,3 y 0,7 mm de diámetro (Fig. 65c). Sólo a medida que progresa la vitelogénesis se apreció una clara separación de la moda más avanzada (0,7-0,9 mm) formada por ovocitos marcadamente hialinos en observación bajo estéreo-microscopio, y donde también fue posible apreciar que en el grupo menos desarrollado fue heterogéneo, compuesto de ovocitos previtelogénicos y ovocitos vitelados (Fig. 65ef). Sólo dos ovarios fueron encontrados en esta condición en las muestras disponibles para análisis.

Talla y edad media de madurez sexual (TMM)

Un estimado de la talla media de madurez gonadal, definida como la longitud media a la cual el 50% de los individuos presentaron signos de madurez pudo ser obtenida para la breca (*Nemadactylus gayi*). Debido a que el periodo máximo de desove no alcanzó a ser monitoreado durante el transcurso del proyecto se utilizaron diagnósticos histológicos y observación directa de los ovocitos para distinguir hembras en maduración de aquellas que no presentaron evidencia alguna de desarrollo gonadal. El modelo logístico ajustado a las proporciones de hembras maduras a la talla, entregó estimados de 29,9 cm LH para la talla media de madurez sexual (Tabla 44 y Fig. 66). Para el jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*), no fue posible estimar la talla media de madurez sexual debido a que durante el periodo de estudio las hembras recolectadas no mostraron evidencia de madurez sexual.

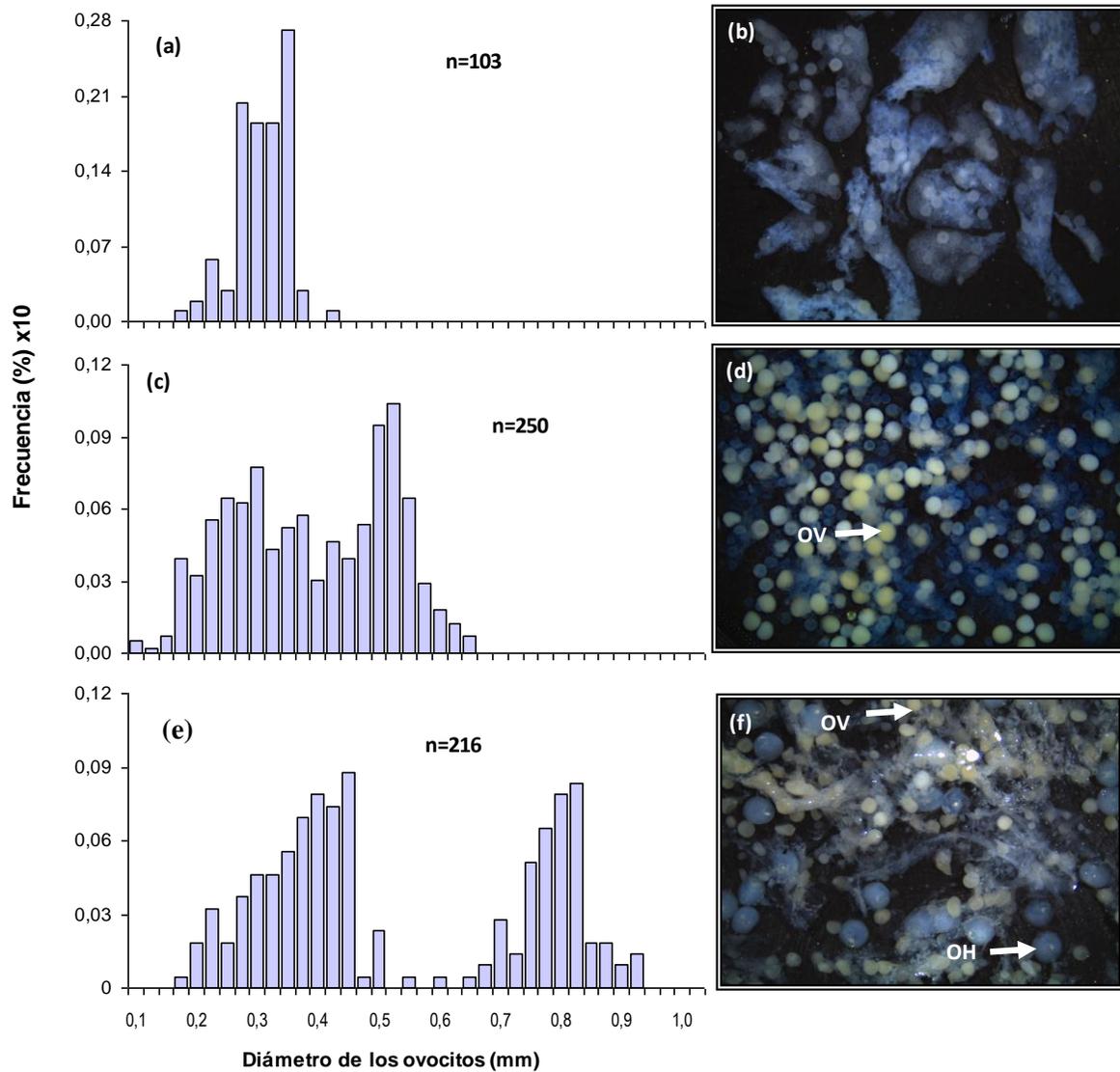


Figura 65. Distribución de frecuencia y su respectiva fotografía (bajo lupa) ilustrativa de ovarios en: “En Desarrollo” (ab; Longitud de Horquilla=36; IGS=0,45; Pesos Gónada (PG) =4,4); “Maduros” (cd; Longitud de Horquilla =53 cm; IGS=2,54; PG=78,7) y con ovocitos hidratados (ef; Longitud de Horquilla=31; IGS=1,73; PG=10,67) de la breca (*Nemadactylus gayi*) recolectada en Juan Fernández.

Tabla 44

Resumen del análisis de ajuste del modelo logístico a la proporción de hembras maduras de la breca (*Nemadactylus gayi*) de Juan Fernández. SE= error estándar del estimado, Inf y Sup denotan los intervalos de confianza.

Parámetro	Estimación	SE	Límite inferior	Límite superior
b	-0,280	0,023	-0,329	-0,230
L _{50%}	29,587	0,339	28,875	30,299

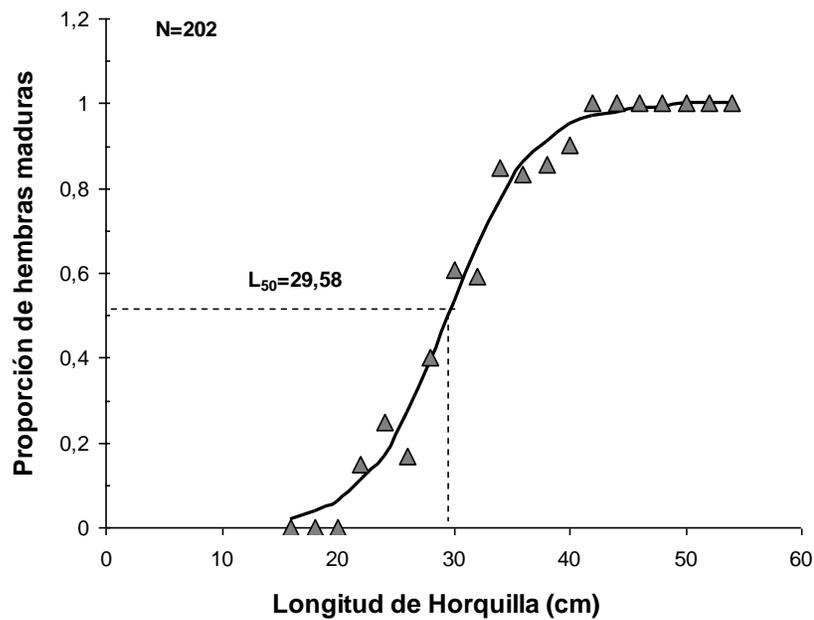


Figura 66. Talla media de madurez sexual para ejemplares de breca (*Nemadactylus gayi*), recolectadas en Juan Fernández.

Un estimado de edad media de madurez (EMM) fue obtenido a través de la inversión del modelo de von Bertalanffy, mediante siguiente expresión $E_{50\%} = t_0 - 1/K * \ln(1 - L_{50\%}/L_{\infty})$, donde L_{50%} correspondió a la TMM derivada del modelo logístico y los parámetros L_∞ = 55,38, K = 0,1301 y t₀ = -1,7173 fueron obtenidos del ajuste del modelo VB a las longitudes retro-calculadas (ver sobreoferta). La ecuación estimó un EMM de 4,2 años para esta especie en el periodo de estudio.

SOBRE OFERTA. Edad y crecimiento de la breca y el jurel de Juan Fernández.

Fue posible efectuar un análisis preliminar de edad y crecimiento global para la breca (*Nemadactylus gayi*) y el jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*), las dos especies mayoritarias asociadas a la pesquería de langosta. Para este estudio se dispuso de un total de 33 ejemplares para *N. gayi* (13 machos y 20 hembras) entre 22 y 47 cm ($32,6 \pm 6,3$) y de 52 ejemplares para *P. chilensis* de entre 21 y 39 cm ($28,4 \pm 4,0$), respectivamente.

Relación tamaño del pez-tamaño del otolito

La relación entre la longitud del pez y el tamaño del otolito fue determinada en ambas especies para posteriormente aplicar procedimientos de retro-cálculo (Figs. 67y68). En *N. gayi* se evidenció una relación lineal significativa en las tres variables indicadoras de tamaño del otolito, aunque evidentemente el mejor modelo correspondió a la relación Longitud de Horquilla y Largo del Otolito (LO), donde LO explicó un 85 % de la variabilidad de la función. Un resultado similar fue encontrado para *P. chilensis* donde LO explicó un 75% de la variabilidad de LH.

En ambas especies se utilizó el intercepto de las respectivas relaciones LH-LO (mejores ajustes) para efectuar los procedimientos de retro-calculo utilizando el método de Fraser-Lee descrito en la metodología.

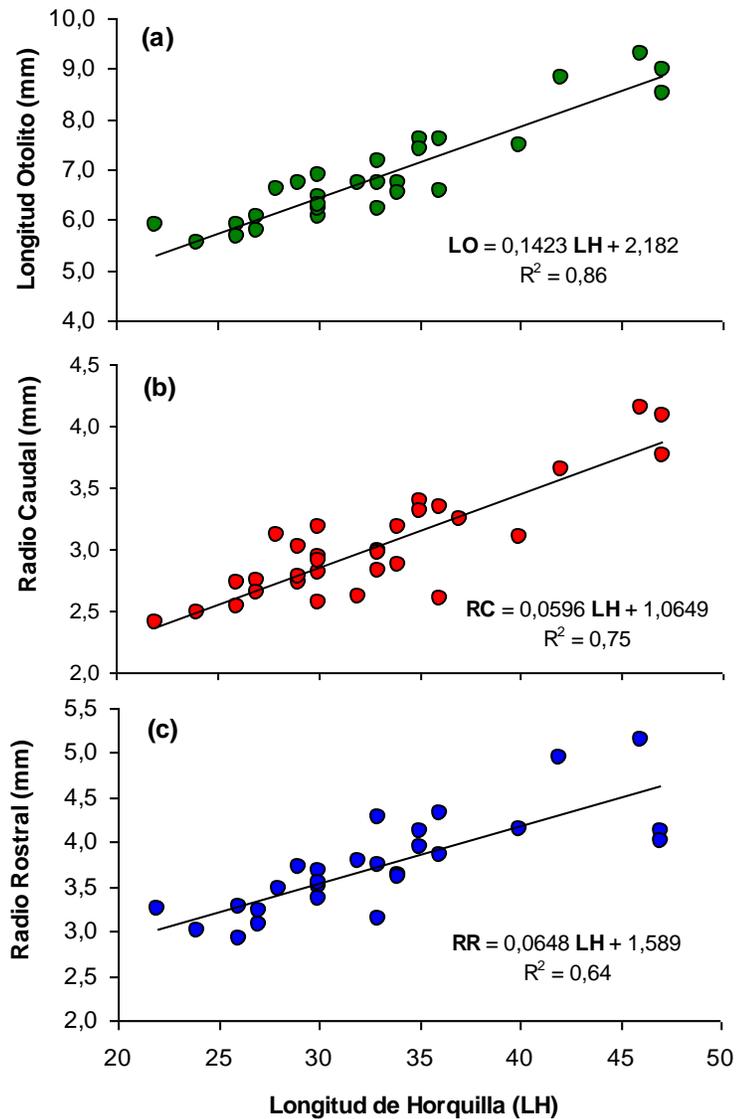


Figura 67. Relaciones entre la longitud horquilla (LH) y medidas del tamaño del otolito a) longitud otolito (mm), b) radio caudal (mm) y c) radio rostral (mm), de ejemplares de breca (*Nemadactylus gayi*), recolectados en Juan Fernández entre octubre de 2010 y mayo de 2011.

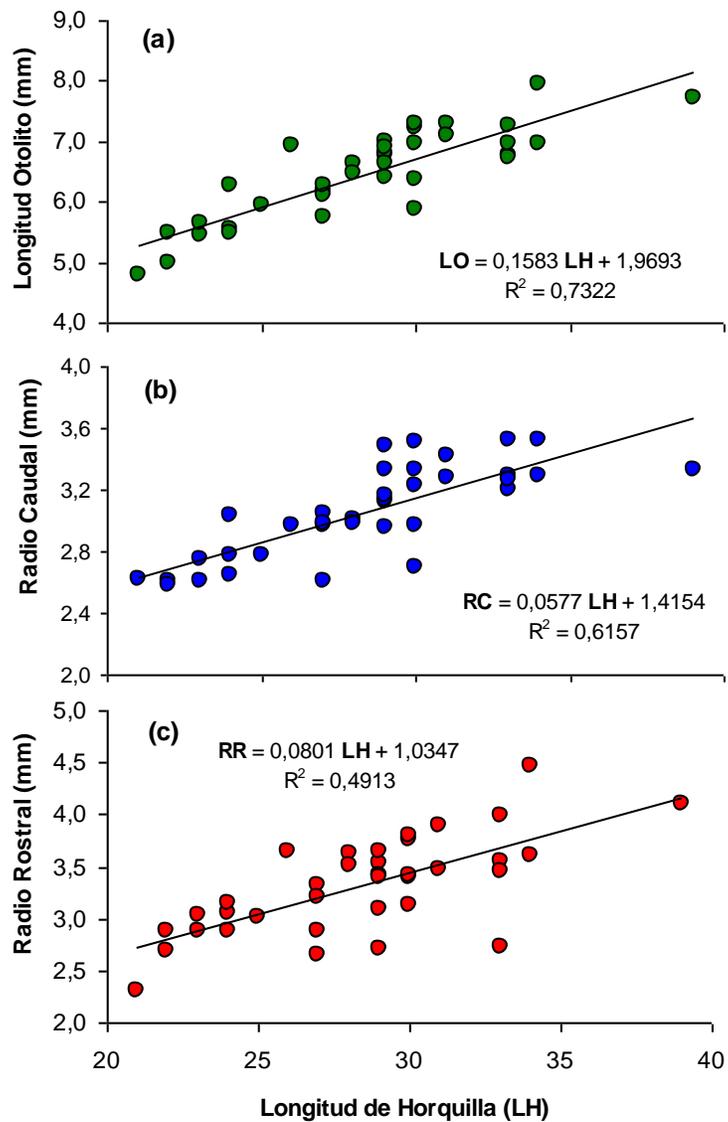


Figura68. Relaciones entre la Longitud de Horquilla y variables que identifican el tamaño del otolito a) longitud otolito (mm), b) radio caudal (mm) y c) radio rostral (mm), de ejemplares de jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*), recolectados en Juan Fernández entre octubre de 2010 y mayo de 2011

Modelos edad-talla

Los ejemplares recolectados para el análisis de otolitos tuvieron edades de entre 2 y 12 años para un rango de entre 22 y 47 cm de Longitud de Horquilla para *N. gayi* y entre 2 y 9 años para un rango de entre 21 y 39 cm LH para *P. chilensis*. La relación talla-edad para el rango de ejemplares recolectados de *N. gayi* siguió un patrón curvilíneo que se ajustó significativamente a un modelo von Bertalanffy, con una longitud asintótica superior a los 70 cm LH. La relación Longitud del Otolito (LO) versus la Longitud de Horquilla (LH) fue usada para retro-calcular longitudes previas debido a su mayor bondad de ajuste, siguiendo el método de Fraser-Lee. El ajuste del modelo VF fue altamente significativo donde la edad explicó un 98% de la variabilidad en la LH y con una longitud asintótica estimada marcadamente menor (55,37 cm LH; Tabla 45; Fig. 69). Resultados similares fueron encontrados para *P. chilensis* donde el ajuste del modelo VB indicó también las mayores bondades de ajuste (Tabla 45).

Tabla 45

Estimaciones de parámetros del modelo von Bertalanffy de la relación longitud total a la captura vs edad observada y utilizando retro-cálculo, para la breca y el jurel de Juan Fernández mediante lectura de anulos en otolitos sagitales. El ajuste inferior y superior denotan los intervalos de confianza al 95% de confianza.

	Especie	Parámetro	Estimación	Error Estándar	Inferior	Superior
<i>N. gayi</i>	Fecha de captura	Linf	73,28	34,19	3,25	143,31
		K	0,07	0,06	-0,06	0,19
		t0	-4,50	2,66	-9,95	0,95
	Retro-cálculo	Linf	55,38	3,38	47,86	62,90
		K	0,13	0,02	0,08	0,18
		t0	-1,72	0,43	-2,68	-0,75
<i>P. Chilensis</i>	Fecha de captura	Linf	105,66	373,22	-653,65	864,97
		K	0,03	0,17	-0,30	0,37
		t0	-4,53	6,75	-18,25	9,19
	Retro-cálculo	Linf	46,65	2,50	39,72	53,58
		K	0,15	0,02	0,10	0,19
		t0	-1,51	0,17	-1,97	-1,05

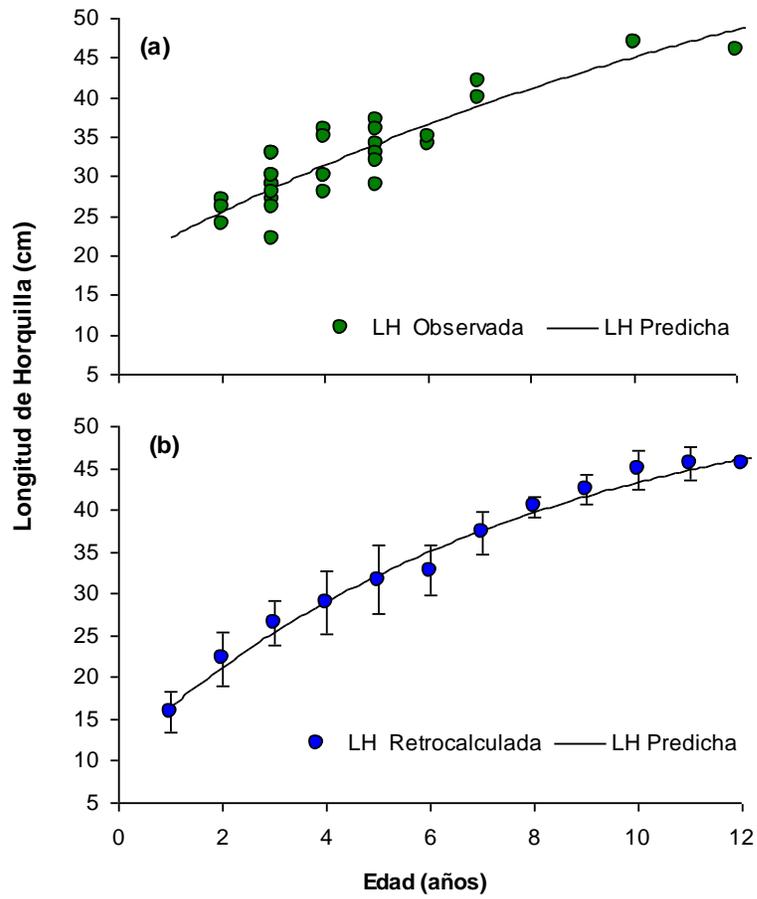


Figura 69. Relaciones edad-talla para la breca (*Nemadactylus gayi*) a la fecha de captura (a) y resultante de retro-cálculo usando otolitos sagitales (b).

OBJETIVO N°3. IDENTIFICAR Y EVALUAR ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE CARNADA EN LA ACTIVIDAD PESQUERA DE *J. frontalis*.

Modificar presentación y porciones de carnada.

a) Empleo de recipientes plásticos para carnada

A partir del empleo de recipientes plásticos con sus paredes perforadas para contener la carnada y de la reducción de las porciones de carnada a un 50% y 25% del estándar, se determinó un promedio de captura por trampa de 11 langostas/trampa para un total de ocho réplicas por combinación. En la carnada “control”, el rendimiento promedio fue 14,6 langostas/trampa, en tanto el menor rendimiento se obtuvo en la combinación 25% de la porción control con uso de recipiente (5,8 langostas/trampa) (Fig. 70).

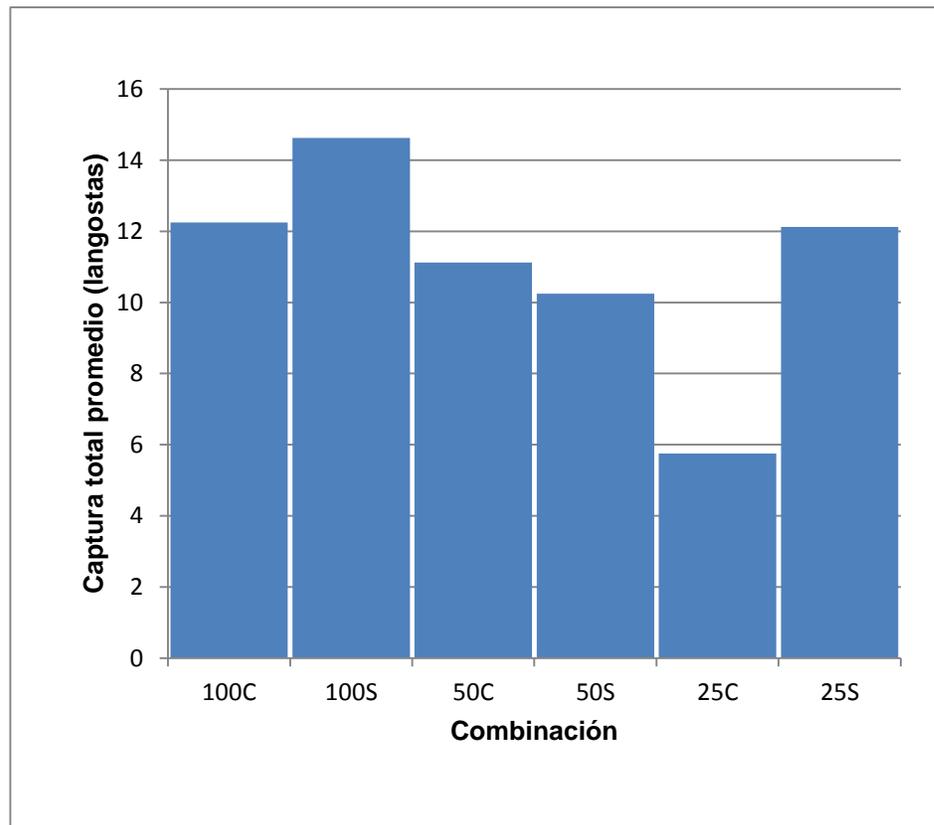


Figura 70. Captura promedio de langostas por trampa, para las distintas combinaciones, donde: C: Con recipiente plástico, S: Sin recipiente. 100: 100% porción, 50: 50% porción, 25: 25% porción.

El análisis de Varianza (ANDEVA) de dos factores (TUBOS: Uso de tubos; PORC: Porcentajes de ración de carnada) llevado a cabo fue no significativo (valor-p> 0,10) para el tamaño de porción, el uso de recipiente y para la interacción de ambos factores (Fig. 71).

ANOVA de dos factores: TOTAL vs. TUBOS; PORC

Fuente	GL	SC	MC	F	P
TUBOS	1	82,69	82,6875	0,96	0,332
PORC	2	164,67	82,3333	0,96	0,392
Interacción	2	105,50	52,7500	0,61	0,546
Error	42	3606,13	85,8601		
Total	47	3958,98			

S = 9,266 R-cuad. = 8,91% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

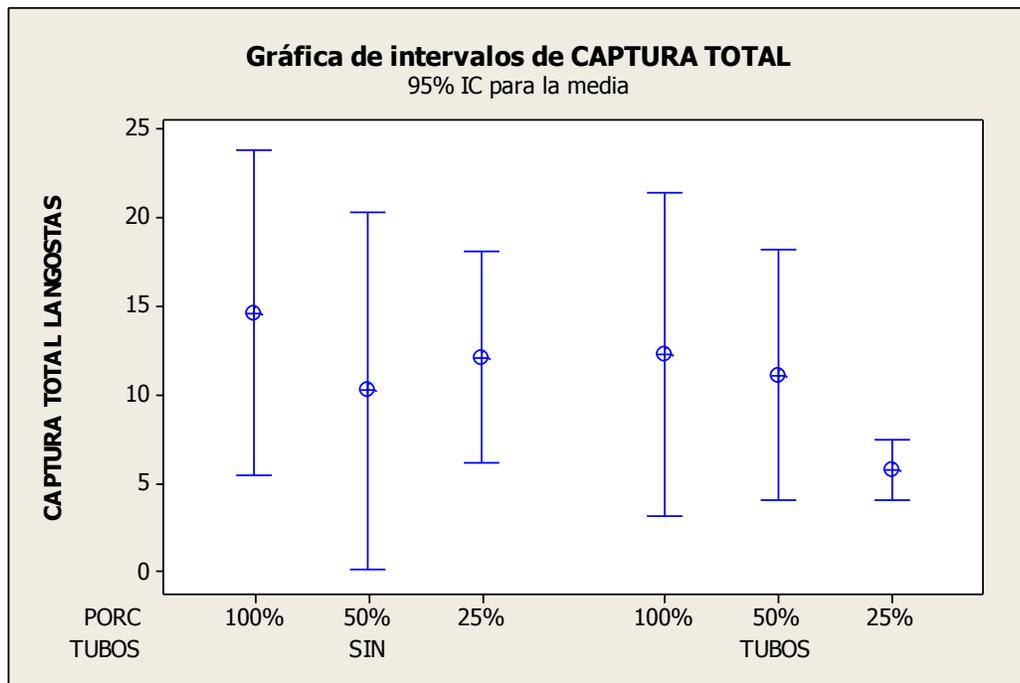


Figura 71. Intervalos de confianza para la captura total de langostas por trampa, para las distintas combinaciones, donde: C: Con recipiente plástico, S: Sin recipiente. 100%: 100% porción, 50%: 50% porción, 25%: 25% porción.

b) Empleo de recipientes de paños de red para carnada

A partir del uso de recipientes de paños de red (chinguillos) para contener la carnada y de la reducción de las porciones de carnada a un 50% y 25% del estándar, el promedio de captura por trampa fue 13,3 langostas/trampa para 10 réplicas por combinación. En el caso de la carnada “control”, el rendimiento promedio fue 11,2 langostas/trampa, en tanto el menor rendimiento se obtuvo en la combinación 25% de la porción control con uso de malla protectora (7,4 langostas/trampa) (Fig. 72).

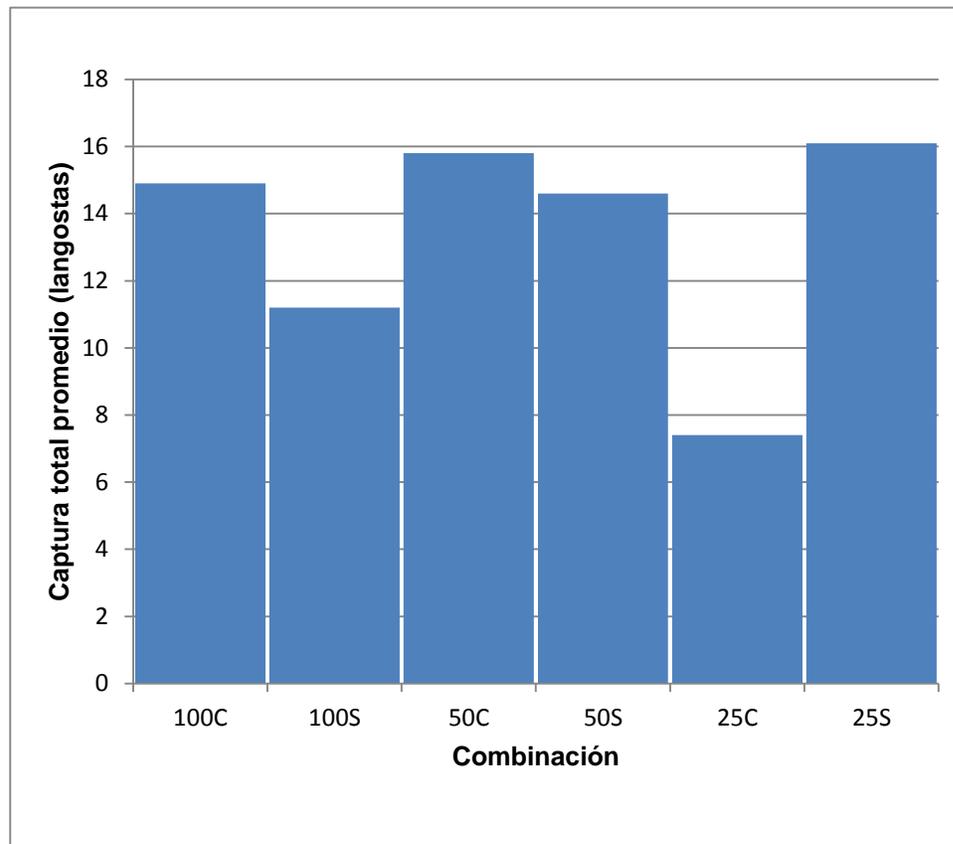


Figura 72. Langostas por trampa promedio, para las distintas combinaciones, donde: C: Con recipiente de paños de red, S: Sin recipiente, 100: 100% porción, 50: 50% porción, 25: 25% porción.

El análisis de Varianza (ANDEVA) de dos factores (CHING: Uso de recipiente de paños de red; PORC: Porcentajes de ración de carnada) llevado a cabo fue no significativo (valor-p> 0,10) para el tamaño de porción ni el uso de recipiente flexible confeccionado de red de pesca, detectándose la significancia de la interacción de ambos factores considerando una significancia de referencia de 10% (Fig. 73).

ANOVA de dos factores: TOTAL vs. CHING; PORC

Fuente	GL	SC	MC	F	P
CHING_1	1	24,07	24,067	0,30	0,589
PORC	2	121,43	60,717	0,75	0,479
Interacción	2	430,03	215,017	2,65	0,080
Error	54	4387,80	81,256		
Total	59	4963,33			

S = 9,014 R-cuad. = 11,60% R-cuad.(ajustado) = 3,41%

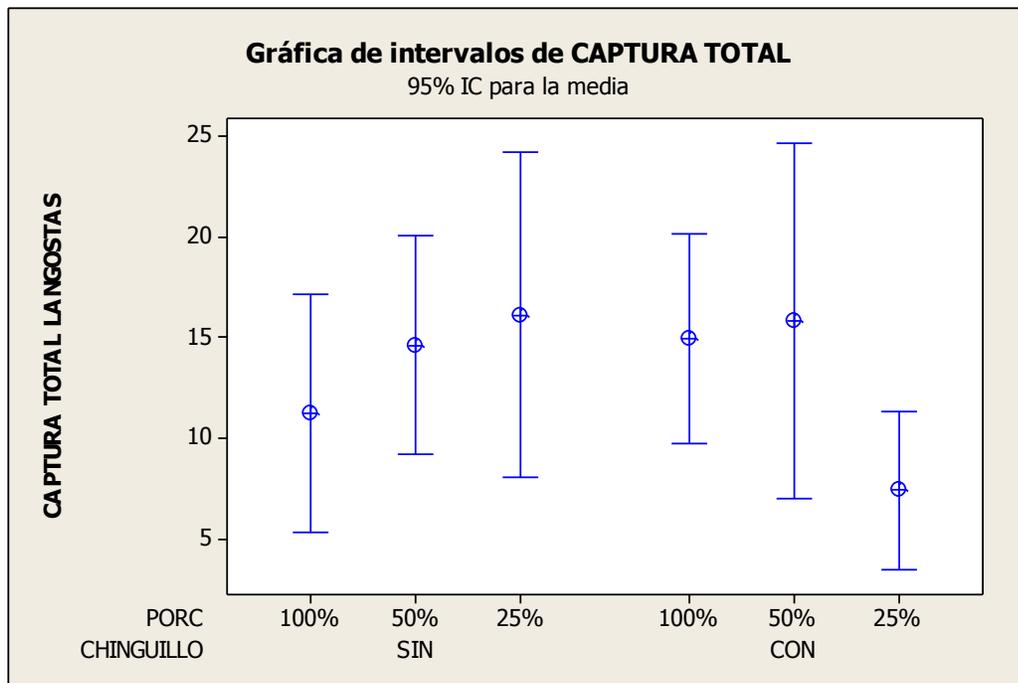


Figura 73. Intervalos de confianza para la captura total de langostas por trampa, para las distintas combinaciones, donde: C: Con recipiente de paño de red, S: Sin recipiente de paños de red. 100%: 100% porción, 50%: 50% porción, 25%: 25% porción.

Desarrollo de carnada alternativa

ETAPA 1. Revisión antecedentes y bibliografía

Antecedentes generales de carnadas para langostas

Los cebos son un componente que representa un gasto importante en la pesca con trampas de langostas y crustáceos en general, debido al esfuerzo y costos asociados a su obtención y mantenimiento, generando además el empleo de especies ícticas aptas para el consumo humano. Dada esa problemática, se han desarrollado experiencias para formular carnadas o cebos artificiales, las que no han tenido éxito comercial, ya sea porque su costo supera al de la carnada naturalmente utilizada por los pescadores, porque no tienen el mismo efecto attractante, o por las deficientes condiciones de espacio e higiene en embarcaciones artesanales (Chanes-Miranda & Viana, 2000).

En este sentido, a la hora de diseñar un cebo, cabe indicar que la FAO presenta ciertas orientaciones y sugiere el uso de especies que no sean de consumo humano, o que no presenten dicha potencialidad. Por otra parte, la carnada alternativa no debe ser más cara que la actualmente en uso por los pescadores, además de estar disponible y ser fácil de manejar y conservar. Es por estas restricciones que recurrentemente los investigadores ven como una alternativa viable la utilización de desechos de la producción de otros organismos ya sea productos del mar o de animales terrestres.

Al respecto, es necesario tener presente que en algunos países se ha prohibido el uso de pieles e intestinos por la contaminación que éstos producen en las zonas costeras, por lo que se debe tener precauciones en la utilización de algunos desechos animales. Así, en el Estado de Maine (USA), a partir de 2006, fueron prohibidos los restos animales no marinos o cuero animal con pelaje, situación similar se registra en Australia, donde el uso de cualquier derivado de carne bovina, cuero animal o cualquier carnada cubierta de pelaje ha sido prohibido en pesquerías comerciales y recreacionales de la "rock lobster" (*Jasus edwardsii*).

Tipos de carnadas para langosta

En general, la información de carnadas utilizadas para distintas especies de langosta consigna el empleo de especies de peces como cebos, generalmente frescos, conforme a disponibilidad. En este sentido, como carnadas se pueden citar:

-Calamar, caballa, bonito, anchovetas, sardinas y carne de pollo cruda, conservas perforadas en el caso de la langosta de California (California lobster, *Panulirus interruptus*), en ese Estado se cita el uso de malla de alambre para envolverla en el interior de la trampa. Para la misma especie, pero en México (Baja California) es común el uso de pescado fresco o congelado, por ejemplo caballa o conservas de pescado en salsa de tomate perforadas (Chanes-Miranda & Viana, 2000). Para la misma especie se ha citado el uso de:

-Mitílicos y abalones cortados (Zimmer-Faust & Case, 1982)

-Mitílicos frescos (*Perna* spp.) como carnada para langostas (Miyamoto & Shariff, 1961)

-Mitílicos frescos (*Perna* sp.) y diesel en la India *Panulirus homarus* (Mohan *et al.*, 1995).

-Arenque y caballa en el caso de la langosta americana (*Homarus americanus*) (Steinback *et al.*, 2008).

-Lenguado fresco en *Homarus gammarus* (Miller, 1990).

-Cabezas de "maasbanker" (*Trachurus trachurus*) o merluza (*Merluccius capensis*) en el caso de *Jasus lalandi*, en Sudáfrica, las que se disponen en una caja de malla al interior de la trampa (Loewenthal *et al.*, 2000).

-Pescado fresco o congelado, como arenque u otros cupleidos en la pesca de langostas queladas de agua dulce *Procambarus* sp. en Estados Unidos (Huner *et al.*, 1990)

Comportamiento alimentario de langostas

Con la finalidad de identificar potenciales carnadas, se hace necesario conocer el comportamiento alimentario de las langostas. En este sentido, la literatura refleja de forma sostenida que éstas son carroñeras, de alimentación oportunista sobre trozos o partículas de animal muerto. Esta creencia ha sido perpetuada por el amplio uso de cabezas de pescado y la utilización de desperdicios añejos de origen animal como carnada en operaciones de pesca.

Así, la langosta occidental (*Panulirus cygnus*) es carroñera, sustentándose de alimento sedimentario o semi sedimentario de origen animal o vegetal (Phillips *et al.*, 1980). En este mismo sentido, Wicksten (1982) informó de que muchos de los crustáceos capturados en trampas en el Estado de California presentan el mismo comportamiento alimentario, por otro lado, Bardach *et al.* (1972) y Mohan *et al.* (1995), afirman que las langostas pueden actuar como carroñeros, aunque exhiben una marcada preferencia para los alimentos frescos, ya sea pescado u otras especies de animales.

Mohan *et al.* (1995) sostienen que las langostas no seleccionan rigurosamente su dieta, y que la respuesta de éstas a varias carnadas parece estar condicionada parcialmente por las preferencias de alimento del momento, debido a que la carnada estimula el olfato y el sabor, siendo ésta, una respuesta específica quimiorreceptora de la langosta, activada por sustancias químicas particulares, orgánicas o inorgánicas.

George (1967) informó que las langostas son omnívoras, alimentándose de aquellos ítems que estén disponibles sobre la base de una paleta de preferencias descartadas en cascada de acuerdo a la disponibilidad y oportunidad de encuentro. Esto obliga a ofertar carnadas que se ubiquen en sus primeras preferencias de alimentación, considerando en éstas aquellas que, de acuerdo a la disponibilidad y características particulares del hábitat, estén en una menor proporción de encuentro.

Por otro lado, Atema & Voigt (1995) señalan que el género *Jasus* posee la capacidad de distinguir complejas mezclas de olores, a los cuales aprenden a responder de una manera en particular. Esta habilidad de reconocer y aprender de las características de los olores de su medio, permite incrementar la habilidad y eficiencia de búsqueda de alimento, así como también la búsqueda de refugios (Nevitt *et al.*, 2000). En este sentido, la langosta tiene mayor potencial sensitivo en la parte basal de las anténulas, una vez que éstas se excitan, comienza una activación secuencial de distintos quimiorreceptores situados en las patas y partes de la boca, lo cual indica que la carnada ya ha sido detectada, identificada, localizada y está próxima a ser ingerida (Derby, 2000; Atema & Voight, 1995; Cate & Derby, 2001).

En este sentido, cabe indicar que la información precitada es coincidente con las carnadas utilizadas en la pesca de langosta en el archipiélago de Juan Fernández (*Jasus*

frontalis), pues éstas corresponden principalmente a mezclas mono y/o multiespecies asociadas a especies ícticas como “breca”, “jurel de Juan Fernández” y “anguila”, entre otros (Arana, 1983). Igualmente, es concordante con lo indicado por Muñoz (2009), quien no reporta marcadas diferencias en la respuesta de atracción de *J. frontalis* frente a diferentes carnadas.

Quimiorreceptores y estímulos químicos en langostas

La atracción por parte de ejemplares de langosta hacia una carnada en particular, tiene relación con su sistema sensorial, por cuanto sus características determinarán el mayor o menor grado de preferencia por cierto tipo de cebo.

Así, los crustáceos se caracterizan por poseer quimiorreceptores que pueden ser divididos en función de su estructura, en astetascos y no astetascos (Derby & Harpaz, 1988). Los astetascos se encuentran exclusivamente en el flagelo lateral de las anténulas y se encuentran enervados por múltiples células bipolares (400.000/anténula). Los axones de los receptores celulares forman el nervio antenular que se proyecta hacia el lóbulo olfatorio del protocerebro de los crustáceos.

Estos quimiorreceptores parecen funcionar mediante la unión de moléculas estimuladoras y un sitio particular del receptor (Bauer *et al.*, 1981). La unión resulta en la internalización de una corriente neta de sodio en el receptor, causando un potencial de acción que viaja a través de la neurona.

Por otra parte, los movimientos antenulares desempeñan un papel significativo en la fisiología de la quimiorrecepción adaptándose al ambiente local al cual están expuestos los astetascos y causando cambios mecánicos en la posición de los receptores. En efecto, los movimientos de las antenas sirven para aumentar la exposición de los astetascos a los químicos propiciando la circulación del agua (Pearson & Olla, 1979).

Cabe mencionar que la habilidad para percibir la presencia y calidad del alimento se debe considerar no sólo como una ventaja que poseen los organismos sino también como una estrategia energética, ya que se minimiza el tiempo de búsqueda y se maximiza la proporción neta de energía o nutrientes ingeridos. La decisión para alimentarse se realiza

bajo la influencia de diferentes factores, tanto internos (nivel de inanición, dominancia social, sexo y estatus reproductivo), como externos (presencia de depredadores o competidores) (Schmitt & Holbrook, 1985).

Atema & Cowan (1986) mencionan que los crustáceos poseen quimiorreceptores sensitivos en el primer par de antenas, la función de éstos varía de alguna manera en relación con el sentido del olfato (receptores a distancia), y también poseen receptores en apéndices y partes bucales que funcionan en el sentido del gusto (receptores de contacto).

Así, aquellos quimiorreceptores más implicados con la búsqueda del alimento parecen localizarse en las anténulas especialmente asociadas con los astetascos o en los pereiópodos y también en los apéndices bucales e inclusive en el intestino anterior.

Respecto de los estímulos químicos, según Lindstedt (1971), Hainen (1980) y Mackie (1982) existen diferentes activadores e inhibidores del comportamiento alimentario, aunque mucha de la información reportada en la literatura requiere ser evaluada, especialmente debido a que los criterios utilizados para estimar las respuestas de los animales no fueron los adecuados para reconocer los diferentes grados del comportamiento en respuesta a los químicos, ya que es necesario considerar que la detección no es equivalente a la atracción.

Para describir de manera precisa y poder predecir las respuestas a un estimulante alimentario, las diferentes clases de estímulos deben ser inicialmente clasificados, categorizándose entonces los comportamientos respuesta para cada estímulo específico. Estos ya han sido identificados para crustáceos por Lindstedt (1971), Mackie & Mitchel (1985), Lee & Meyers (1996), según:

Orientación:	Fase durante la cual los químicos pueden actuar como atractantes, repelentes o arrestantes. En esta fase los químicos pueden actuar como iniciantes o supresores.
Iniciación a alimentarse:	
Continuación de la alimentación:	Los químicos pueden actuar como estimulantes o deterrentes.
Terminación de la alimentación:	Los deterrentes actúan para detener la alimentación.

Por otra parte, los mismos autores señalan que algunos estímulos químicos pueden ser detectados a distancia y en bajas concentraciones, mientras que otros funcionan por contacto directo de la fuente con el receptor. Además, se han descrito cuatro comportamientos básicos asociados con la quimiorrecepción para la mayor parte de las especies de crustáceos (Lee & Meyers, 1996):

- a) Movimiento de las antenas parece ser el más sensible asociado con la quimiorrecepción a distancia.
- b) Los movimientos de exploración realizados con los pereópodos. Estos preceden normalmente a la locomoción y pueden servir para buscar un área inmediata, donde se localice su presa.
- c) Locomoción, la cual indica la real atracción o repulsión hacia el estímulo químico.
- d) Movimiento de las partes bucales, éstas indican de manera general la estimulación alimenticia.

Un papel importante en el proceso de atracción lo juegan las feromonas, que han sido definidas como aquellas sustancias químicas que al ser secretadas al medio ambiente por un individuo y percibidas por otro, regularmente de la misma especie, originan una reacción específica. Se han reportado un gran número de especies en que las feromonas facilitan la cópula, ya que propician la atracción de los machos hacia las hembras o viceversa. Se sospecha que los sistemas olfatorios y gustatorios están involucrados, sin embargo, en la mayoría de los casos el sistema sensor no ha sido bien identificado (Pfeiffer, 1982).

Cabe indicarse que tanto las feromonas como los aleloquímicos, forman parte del grupo denominado ecomonas. La diferencia radica en que las feromonas se caracterizan por gatillar respuestas en individuos de la misma especie (intraespecíficas), dividiéndose en disparadoras o inductoras, dependiendo del tiempo en que tarda en presentarse el efecto y su participación en la fisiología del organismo receptor, por el contrario, los aleloquímicos pueden ser percibidos por organismos de una especie diferente (respuesta interespecífica) y se dividen en alomonas y kairomonas en función del beneficio que pudiera obtener el organismo emisor o el individuo receptor respectivamente (Bauchau & Fontaine, 1984). Así, las feromonas permiten a los animales de una misma especie identificar a los congéneres con los cuales se van a aparear y a sus competidores por alimento (Dunham & Oh, 1992), mientras que los aleloquímicos son utilizados para evitar predadores o a las presas

potencialmente peligrosas, para identificar el ambiente adecuado en el cual se establecerán las larvas para su metamorfosis, además de identificar recursos o simbioses.

El grado de avance en el conocimiento de las feromonas ha llegado a un punto en que se puede generalizar acerca de su estructura molecular, así se sabe actualmente que los atractantes sexuales son en general compuestos que contienen entre 10 y 17 átomos de carbono y cuyo peso molecular varía entre 180 y 300 Daltons (Wilson, 1963, citado por Gleeson, 1990). Son moléculas polares solubles en agua y alcohol, la actividad se preserva aún después de calentarla durante 15-20 minutos y se conserva durante meses a -20°C sin perder su actividad biológica.

En lo que concierne a la estructura de las feromonas acuáticas, éstas han sido pobremente descritas, con excepción de algunas hormonas esteroides y sus derivados glucoronoides (Carr *et al.*, 1989), los cuales se encuentran entre los mejores ejemplos conocidos.

Cabe señalar que no todas las feromonas promueven una atracción positiva, algunas pueden actuar como repelentes. Las mismas feromonas que atraen hembras o machos y viceversa pueden actuar como repelentes en animales del mismo sexo, particularmente en el período de alimentación (Dazole *et al.*, 1980).

La frecuente sincronización entre la muda y la cópula en ciertos crustáceos ha llevado a varios investigadores a proponer la ecdisoma y sus derivados como atractantes sexuales, o al menos como componente de un complejo feromonal (Bauchau, 1986), sin embargo, experimentos posteriores no apoyan esta conclusión, ya que cuando se probaron cuatro ecdisomas con *Homarus americanus* ninguna de ellas se estimuló mostrando un comportamiento sexual (Atema & Gogosian, 1973, citado por Bauchau, 1986).

Si bien uno de los argumentos más potentes para no usar feromonas como attractante alimentario consiste en que éstas únicamente atraen ejemplares de un solo sexo, últimamente se ha comprobado que ciertas feromonas sexuales, como las de las hembras del anélido *Platynereis dumerilii* pueden actuar tanto con machos como con hembras (Zeeck *et al.*, 1991). Igualmente se ha demostrado que las feromonas de insectos del género *Triatoma* funcionan como atractantes para ambos sexos (Rojas *et al.*, 1990).

En el caso de las langostas, son las hembras quienes se activan en la selección sexual, ya que buscan machos maduros en sus madrigueras, de aquí que las feromonas tanto de machos como de hembras tengan una doble función de reconocimiento (Atema & Cowan, 1986), lo que abre la posibilidad de experimentar con fórmulas mixtas de feromonas para no seleccionar por sexo las capturas.

Existen más de 60 especies de crustáceos en los cuales se ha reportado la presencia de feromonas comprobándose que su liberación se encuentra asociada con la excreción de la orina (Bauchau, 1986). Así por ejemplo, esto se ha investigado con detalle en hembras del braquiuro *Carcinus maenas* durante la fase de premuda copulatoria. Dicha feromona es percibida por los centros quimiorreceptores localizados en las anténulas de los machos. Se han postulado a los órganos excretores (glándula verde), como el sitio más probable de síntesis, ya que análisis de hemofilia y otros órganos resultan sin actividad (Fontaine *et al.*, 1989). Esto ha sido corroborado en ejemplares de jaiba azul (*Callinectes sapidus*), en la cual se ha constatado que la orina de las hembras es la ruta potencial de liberación de las feromonas al medio ambiente.

Por otro lado, se ha encontrado que la localización de las feromonas puede variar según la especie, ya que en el camarón *Palaemon pausidens* se descubrió que poseía glándulas esternales en la base de los pereiópodos y que ésta funciona aparentemente como vía de liberación de las feromonas (Bauchau & Fontaine, 1984).

En este sentido, los métodos para la obtención de las feromonas se han basado en extracciones en las que se emplean organismos completos. Esto implica obviamente la utilización de un número elevado de individuos para obtener apenas una cantidad suficiente de feromona. Sin embargo, para muchas especies el mejor método consiste en extraer las feromonas directamente de las glándulas en las cuales se producen o almacenan, o bien, en su defecto extraer el fluido en el cual se secretan, lo que reduce el número de organismos necesarios para su recolección (Nurdlund *et al.*, 1981).

En el caso de la orina, y considerando que su localización varía entre especies, según se ha indicado, ésta en algunos casos puede ser recolectada directamente de los ductos de las glándulas antenales y ser almacenada hasta su uso, puesto que la orina

puede ser calentada a 95°C durante 5 minutos y/o puede ser almacenada a -20°C sin perder su actividad biológica (Gleeson, 1990).

Es necesario tener ciertas precauciones al realizar la extracción de la orina, ya que puede haber otros “olores” corporales que pueden ser igualmente potentes, así ha sido determinado en crustáceos, quienes en los momentos precedentes a la exuviación pueden emitir sustancias que son detectadas por sus congéneres y ante estas señales responden de manera diferente, con comportamientos distintos entre sexos. De hecho, se ha argumentado que de existir una competencia intersexual, ambos sexos responderían intrasexualmente a estas señales, lo cual permitiría a los ejemplares de cada sexo eliminar a los organismos que estuvieran mudando, ya que éstos serían considerados como competidores vulnerables (Atema & Cowan, 1986).

Con relación a la orina de los crustáceos, ésta es almacenada por ellos, indicando la necesidad de una liberación controlada. Esta orina es liberada de un par de papilas bilaterales (nefróporos) localizados en la base de las antenas relacionada directamente a la corriente branquial, por lo que se sugiere que esta corriente es utilizada, entre otras funciones, como un sistema para dispersar la señal química. De hecho ha sido constatado que la corriente branquial llega a proyectar la orina a una distancia de siete veces la longitud corporal del animal. Después de esta distancia se disuelve y se diluye. Posteriormente las corrientes locales se encargan de disipar y diluir aún más estas señales.

Se ha utilizado feromonas obtenidas a partir de la orina de las hembras en la elaboración de alimentos para cultivos de centollas mostrando importantes aumentos en las tasas de consumo de alimento. Es este mismo principio que podría usarse para incentivar a las langostas a aumentar los encuentros con la carnada. En este sentido, los pocos experimentos realizados han dado buenos resultados y mostrado facilidades para la mantención y conservación de los cebos, y adicionalmente ha dado buenos resultados para evitar a las hembras en las capturas, favoreciendo la sustentabilidad de las poblaciones.

En el caso de centollas, se ha descrito una técnica consistente en extraer la orina de cada vejiga por punción con agujas hipodérmicas y jeringas de 5 ml. Para ello, se introdujo la aguja hasta su porción media, perforando la membrana artrodial de cada antena y se extrajo la orina por succión. Las muestras de orina fueron almacenadas en frascos

Eppendorf® de 1,5 ml y conservadas en hielo hasta llegar al laboratorio donde fueron procesadas.

Cuando los animales tenían ambas vejigas llenas, los volúmenes obtenidos fueron vaciados en diferentes frascos y rotulados con el número correspondiente al ejemplar. A las hembras ovígeras o con masa espermatófora adherida al abdomen también se les extrajo orina. La orina fue centrifugada a 14.000 rpm durante 10 min. El sobrenadante fue separado y mezclado con solución tampón fosfato salina (PBS), pH 8, en proporción 1:2 y el volumen obtenido fue mezclado con una solución saturada de sulfato de amonio en proporción 1:4 para precipitar las proteínas en las muestras. Luego de añadir todo el volumen de sulfato de amonio las muestras fueron conservadas a 4°C durante 24 h para facilitar la precipitación. En las muestras donde se obtuvieron precipitados, el volumen se centrifugó nuevamente a 14.000 rpm durante 10 min. El sobrenadante se eliminó y el precipitado se diluyó nuevamente en solución PBS. A continuación las muestras fueron dializadas durante 24 h contra solución PBS a 5°C. Posteriormente se realizó el protocolo de preparación de muestras para electroforesis de proteínas en gel de poliacrilamida (SDS-PAGE) según Laemmli (1970).

Como técnica de extracción de feromonas sexuales, se ha reportado como primer paso la identificación de las hembras en estadio precopulatorio. Para este efecto se sugiere emplear un grupo de 10 ejemplares de ambos sexos mantenidos en condiciones adecuadas (temperatura de 25 – 28°C, pH 7,4, alimentándose tres veces al día en razón del 3% de su biomasa), lo que son observados bajo la técnica propuesta por Amir & Raanan (1988). Esta técnica consiste en el examen externo del desarrollo gonadal de las hembras y el comportamiento típico reproductivo de los machos que es llevado a cabo sólo cuando las hembras son receptivas. Durante el desarrollo gonadal de los ovarios crecen desde la parte posterior del cefalotórax y el desarrollo completo es fácilmente identificable a través del caparazón como una masa color naranja ocupando una gran porción del cefalotórax, aproximadamente desde el caparazón hasta la base del rostrum. Es durante esta última fase en la cual las hembras comienzan a liberar las feromonas sexuales con el fin de atraer a los machos y llevar a cabo la cópula después de la muda, la cual ocurre en un promedio de 5 a 8 días dependiendo de las condiciones y la especie en particular.

Considerando lo anterior, las hembras que presentan estas características son sacrificadas con el fin de extraer la glándula de la orina. Las glándulas son homogenizadas y centrifugadas a 4.200 rpm, durante 20 minutos, el sobrenadante es congelado para su posterior utilización.

Otra forma descrita por el mismo autor para algunas especies corresponde a la extracción de la orina sin sacrificar al individuo, metodología que consiste en identificar a hembras púberes a las que se les extrae la orina. La extracción se realiza por aspiración directa de los poros de la glándula antenal, por medio de una pipeta modificada. La orina es inmediatamente congelada y almacenada hasta obtener la cantidad necesaria para llevar a cabo los bioensayos.

Otras sustancias químicas reportadas como potenciales atrayentes, son las aminas biogénicas, que corresponden a moléculas provenientes de la degradación de diferentes aminoácidos (Gouygou *et al.*, 1989), proceso que se presenta normalmente en condiciones de descomposición de la materia orgánica.

En este sentido, existen dos vías para la degradación de los aminoácidos, siendo la llamada desaminación el mecanismo más común que permite a los microorganismos utilizar los aminoácidos libres. Esta desaminación bacteriana se puede llevar a cabo de diferentes formas en función de la constitución enzimática de los organismos y de las condiciones del medio ambiente. La desaminación puede dar como resultado la formación de amoníaco el cual es el componente primario relativo a la descomposición del alimento fresco. Por otra parte, la desaminación funciona regularmente a nivel metabólico como parte del mecanismo de transaminación. Otro mecanismo de degradación es la descarboxilación donde las bacterias juegan un papel importante para transformar los aminoácidos en aminas biogénicas y dióxido de carbono, ambas vías son mecanismos regulares de detoxificación y excreción de los organismos.

La putrescina es formada a partir de la descarboxilación de la ornitina, la cual a su vez es producto de la desaminación de la arginina, mientras que la cadaverina es formada por la descarboxilación de la lisina (Fujita *et al.*, 1983). Por su parte, la tiramina y la histamina derivan de los aminoácidos tirosina e histidina, respectivamente.

El método de extracción más utilizado para la separación de las poliamidas se divide en dos fases, la primera consiste en realizar una hidrólisis a alta temperatura con ácido clorhídrico 0,6N seguida de una neutralización con hidróxido de sodio o bien una hidrólisis con hidróxido de potasio seguida de una neutralización con ácido clorhídrico. Como segunda fase el procedimiento más común después de la hidrólisis es la extracción de las poliaminas con n-butanol seguida de la evaporación del solvente y la disolución del residuo en un buffer acuoso (Haaland *et al.*, 1990).

Otro método propuesto consiste en una desproteinización con ácido sulfosalicílico seguida de una hidrólisis en presencia de hidróxido de bario, para después neutralizar el hidrolizado con ácido sulfúrico, se forma sulfato de bario insoluble (esto propicia que la solución tenga una fuerza iónica elevada). El sulfato de bario precipita, coprecipitando otros compuestos, entre estos, las poliaminas, para evitar este problema, se deja el precipitado toda la noche antes de tomar el sobrenadante. Este tipo de técnicas se utilizan para aislar las poliaminas en orinas, suero y plasma (Adler *et al.*, 1977).

Suzuki *et al.* (1994) describen un método para la extracción de las aminas biogénicas a partir del arenque fresco (*Clupea pallasii*), las cuales son almacenadas en una secadora a una temperatura de 15 a 20°C. La extracción se lleva a cabo mezclando el músculo con cuatro volúmenes de ácido tricloroacético (10%), homogenizado y centrifugando a 700 g. durante 20 minutos.

Entre otros atractantes, cabe indicar que las investigaciones se orientan hacia dos líneas, la primera que implica la utilización de extractos orgánicos y la segunda, en la cual se emplean moléculas puras, previamente identificadas.

En el caso de extractos orgánicos, los estimulantes del comportamiento alimentario para organismos acuáticos son frecuentemente obtenidos mediante la preparación de extractos acuosos de los organismos que ingieren normalmente. Dentro de la amplia gama de extractos de organismos acuáticos probados como atractantes, cabe mencionar en particular la serie de experimentos desarrollados con extractos de moluscos, crustáceos y otros organismos, de cuyos resultados destacan los resultados obtenidos con extractos de moluscos.

Así, entre ellos, los que han despertado mayor interés se encuentran los realizados a partir de calamar, el cual ha resultado fuertemente atractivo tanto para crustáceos como para peces. Cabe observar que entre los componentes dominantes de dicho organismo se encuentran algunos aminoácidos, aminos terciarias y TMAO (Makie & Shelton, 1972; Takei, 1977).

Por otra parte, en lo que respecta a extractos realizados a partir de crustáceos, estos han llegado a evocar respuestas del mismo orden de magnitud que la de los moluscos (Carr *et al.*, 1984). Así, se han identificado tres características importantes de los estímulos alimentarios presentes en los extractos:

- a) Los estimulantes más potentes son metabolitos de bajo peso molecular (aminoácidos, compuestos cuaternarios de amonio, nucleótidos y ácidos orgánicos).
- b) Especies diferentes pueden responder a diferentes sustancias presentes en un mismo extracto.
- c) La estimulación del comportamiento alimentario de la mayor parte de los extractos se debe a una mezcla de sustancias más que a una sustancia dominante.

Por otra parte, se encuentran los aminoácidos libres, los cuales son abundantes como osmolitos en los tejidos de todos los invertebrados acuáticos, los cuales constituyen la dieta principal de los crustáceos omnívoros. Debido a que los aminoácidos se difunden rápidamente desde las presas muertas, ellos probablemente determinan la frescura de los tejidos (Zimmer-Faust, 1987).

De la misma manera que en los extractos, la acción de los aminoácidos es sinérgica, ya que éstos resultan más efectivos en forma conjunta que cuando se usan por separado (Hainen, 1980). Según Bauer *et al.* (1981) los requerimientos estructurales de los aminoácidos para estimular los receptores presentes en los pereiópodos de la langosta de agua dulce (*Autropotamobius torrentium*) son los siguientes:

- a) Los grupos amino y carboxilos son esenciales.
- b) Las formas L son más efectivas que las formas D.
- c) Los alfa-aminoácidos son más efectivos que la beta y la gama.
- d) Los aminoácidos con más átomos de carbono presentan menos efectos atractante.

Por otra parte, Hatt (1984) menciona que las moléculas carentes de un grupo amonio a carboxilo son inefectivas para estimular una respuesta a celular de la langosta quelada

Orconectes. Además coincide con Bauer *et al.* (1981) en las formas L que son más efectivas que las formas D y el reemplazo de los grupos α -hidrógeno por un grupo metilo reduce la efectividad de atracción. En adición, sugiere que para que exista una mayor efectividad los aminoácidos no deben de poseer más de 3 átomos de carbono. Los datos de niveles óptimos de algunos aminoácidos y las consideraciones de costo sugieren que las concentraciones apropiadas de quimioattractantes sean de 1% o menos (Hainen, 1980).

Cabe indicarse que la eficacia de las carnadas se relaciona con la velocidad de difusión de los productos químicos atrayentes del material soluble en el medio ambiente (Bardach *et al.*, 1972; Phillips *et al.*, 1980; Wicksten, 1982; Loewenthal *et al.*, 2000).

La importancia de la química atrayente como estímulos olfativos ha sido bien documentada por lo que se ha puesto hincapié en aislar los ingredientes activos que lo originan (McLeese 1973a y 1973b; Somers *et al.*, 1986; Zimmer-Faust, 1991). Hay pruebas de que los coeficientes de la adenosina trifosfato (ATP) y adenosina monofosfato (AMP) son importantes para determinar el comportamiento de la alimentación carnívora por las langostas (Zimmer-Faust, 1991). Así, AMP inhibe alimentación, en tanto ATP estimula la alimentación, y mientras se descomponen los alimentos, la proporción de AMP emitida aumenta en relación con la ATP.

Otras investigaciones revelan que existen diferencias significativas entre los tratamientos (atractantes) probados, destacándose que entre los mejores se encuentra la "Cadaverina", la "Putrescina", aún por encima del "Langobuds" y el extracto "Hidroalcoholsoluble" de calamar. Por otra parte, las orinas de langostino y de jaiba presentaron buenos resultados pero solo con organismos machos por lo que su utilización podría abocarse a producciones mono sexuales (Montemayor, 1995). De acuerdo a Garatun-Ttjeldstø *et al.* (1987), invertebrados marinos tiene alta sensibilidad por el aminoácido "serina", el "alanina", la "histidina" y "glicina".

Al respecto, se ha reportado una metodología para la obtención de extracto hidrosoluble de calamar, el cual es obtenido utilizando la metodología propuesta por Bligh & Dyer (1959) cuyo principio reside en la utilización de una mezcla que comprende alcohol para desnaturalizar las proteínas y romper la sinapsis, un solvente orgánico para retener los lípidos, y agua para solubilizar los componentes no lipídicos.

Mientras que otros autores afirman que las carnadas de peces ejercen su acción atractante por la lixiviación de la proteína hidrolizada o fluido de FSH (Ache *et al.*, 1978), que es a veces mayor por la descomposición bacteriana (Zimmer-Faust, 1987; Zimmer-Faust *et al.*, 1996).

En la práctica, las carnadas están compuestas por trozos de pescado fresco o salado, y la especie o especies a utilizar están determinadas por la experiencia del pescador en base a prueba y error (Thomas, 1973). Es por esto que distintos autores han supuesto que los productos químicos atractantes son componentes del tejido, como gotas de aceite o compuestos solubles en agua que se difunden desde el cebo y son detectados por los sistemas quimiosensoriales del animal (O'Farrell, 1966; Prudden, 1962).

Sin embargo, autores como McLeese (1970), Mackie & Shelton (1972), han demostrado bajo condiciones controladas de laboratorio, que el comportamiento de búsqueda de alimento de las langostas está asociada a corrientes de agua que contienen un extracto de la carnada natural, más relacionada por la presencia de una fracción soluble en agua de extractos que contiene bajo peso molecular de lípidos y de otras sustancias que fueron consideradas inactivas. Mackie & Shelton (1972), probaron que una mezcla pura de compuestos bioquímicos, que corresponden a la composición de una carnada natural, fue igual de atractiva para langostas como el extracto original.

A partir de estos resultados y a los estudios electro-fisiológicos realizados por Laverack (1964), Mackie (1973) introdujo la idea que un número de células quimiosensoriales específicas en las langostas deben ser estimuladas a la vez que sería suficiente para provocar una respuesta de comportamiento de búsqueda de alimento.

Consideraciones en diseño de carnadas

Se ha reportado que una buena carnada requiere que se obtenga la mayor superficie respecto a su peso. Por lo que es importante considerar experimentos que a un mismo peso, componentes, elaboración, y protección, pruebe distintas configuraciones, aumentando el área de acción y por tanto la concentración de los elementos atractantes en la trampa (McLeese, 1970).

Con relación a la protección de la carnada, trabajos relacionados con su utilización han indicado que en tiempos de reposo inferiores a seis horas no existen diferencias entre cebos con protección o sin ella, sin embargo entre ocho y 12 hrs. la utilización de protección en los cebos ha marcado importantes diferencias en cuanto a su preservación y a las capturas obtenidas (Loewenthal *et al.*, 2000). Sin embargo, hay que tener en cuenta que diversos autores plantean que las mayores tasas de captura, indistintamente de la carnada utilizada, se obtiene a las 8 horas de reposo, en un rango entre 6 y 12 horas, por lo que un cebo protegido evita que otras especies y la misma langosta la consuman y se elimine totalmente su efecto attractante.

Algunos cebos experimentales han sido formulados con granos de cereales y leguminosas, adicionándoles harinas de pescado, en base a formulaciones propuestas por Collazo (1981), Pollock (1982), Burns & Avault (1985) y Cange *et al.* (1986). Cada formulación ha dado distintos resultados, dependiendo de la presa, sin embargo ninguno ha podido reemplazar a las carnadas tradicionales, debido a que su efectividad está directamente relacionada con la temperatura del agua de mar, siendo más efectivas sobre los 20° C, temperatura que no es alcanzada en todos los mares y durante todas las estaciones del año.

Al respecto, cabe indicar que algunas experiencias internacionales han considerado la formulación de carnadas completamente artificiales para sustituir la carnada en base a pescado tradicional (Mackie *et al.*, 1980). A modo de ejemplo, es posible citar el producto comercializado con el nombre de “Lobster Puck”, orientado a la industria de langosta (*Homarus americanus*) en el estado de Maine (USA), la cual es conocida por el uso intensivo de “herring” (arenque) como carnada. Este producto comercial es elaborado en base a harina de soya, harina de pescado, arroz, arenque, tilapia y un attractante químico compuesto de una solución de cloruro de polivinilo y resina, llamado comercialmente “plastisol”.

Por otro lado, el Instituto Noruego de Pesquería y Acuicultura ha desarrollado un alimento para cangrejo, el que contiene principalmente piel de pescado, que le proporciona una buena cantidad de proteínas que atraen a sus presas que buscan alimento y, suficiente cantidad de aglutinina que permite la compactación (Mortensen *et al.*, 2004). El resultado

corresponde a un alimento compacto, que se diluye lentamente en el agua, liberando progresivamente los nutrientes, siendo su principal dificultad su conservación y poca duración en el agua.

Igualmente, algunos autores plantean diferentes combinaciones de moluscos, algas y pescados, las que han sido probadas indistintamente para un recurso en particular, resultando mejores aquellas en que el elemento attractante es el mismo que posee la presa habitual de la especie a capturar. Sin embargo de acuerdo a Garatun-Tjeldstø *et al.* (1987), los invertebrados marinos tienen alta sensibilidad por los aminoácidos “serina”, “alanina”, “histidina” y “glicina”, y por consiguiente, los desechos de mitílidos podrían ser muy efectivos como attractantes para crustáceos. Esto concuerda con Iwasaki & Harada (1985) y De Silva *et al.* (2001), quienes agregan que los músculos de peces magros como el bacalao y atún agregan palatividad y nutrientes, que usados en alimentos para distintas especies, generan el attractante suficiente para ser probados como cebo.

La mayoría de los cebos artificiales eficientes se prepararon bien mediante la incorporación de un extracto de la sardineta (*Sprattus sprattus*) o una mezcla de productos químicos puros atrayentes en la matriz de un bloque sólido de sulfato de calcio deshidratado (yeso). La tasa de liberación de los atrayentes y por lo tanto la eficacia de los cebos artificiales se encontró que depende esencialmente de la forma cristalina del bloque de sulfato de calcio.

Chanes-Miranda & Viana (2000), utilizaron atún conservado en un ensilaje ácido y extruido en una membrana de celulosa. Los desechos de atún fueron ensilados de acuerdo a lo descrito por Viana *et al.* (1993). Que básicamente consiste en picar los trozos para luego ser mezclados en un 2,6% de ácido fosfórico, 2,6% de ácido cítrico y benzoato de sodio al 0,1% agregado como conservante. La mezcla es homogeneizada y se mantiene por 60 días en cubetas de plástico, mientras se ajusta el pH a un nivel menor a 3,5. Esta alternativa se sustentó en mantener un pH bajo, evitando así crecimiento bacteriano, aproximadamente durante tres meses, de esta manera evita la descomposición de la carnada.

Esta consideración es de particular importancia ya que la langosta como alimento para consumo humano deben estar libre de microbios, por tanto, será necesario mantener

carnadas y langostas en condiciones sanitarias adecuadas. Si bien obtuvo buenos resultados, sus principales problemas derivan de las dificultades de producirla en lugares apartados, la que si bien no requiere refrigeración, para evitar la proliferación bacteriana debe considerarse los porcentajes de humedad final de la carnada.

Un problema asociado a las carnadas naturales es el rápido crecimiento de bacterias, debido a las materias primas con que se elaboran, con un alto porcentaje de proteínas hidrolizadas de alta digestibilidad y carbohidratos solubles, las que se constituyen en atractantes para la langosta. Otros experimentos han considerado el uso de petróleo y aceite diesel como cebo, dando muy buenos resultados, mostrando una eficacia del 50% comparada con el uso de la carnada tradicional a base de moluscos. Esto abre importantes alternativas para ser usado como alternativa a la hora de no tener disponible la carnada tradicional (Mohan *et al.*, 1995). Así también la posibilidad de utilizar las propiedades aglutinantes de este compuesto para elaborar la capa protectora de un cebo con mayores capacidades atractantes, combinación que no ha reportado registros en la literatura.

En general, puede indicarse que existen tres líneas de investigación a la hora de diseñar cebos de acuerdo a la estimulación que se requerirá; alimentaria, sexual y, visual y auditivo. La más desarrollada corresponde al ofrecimiento de alimento, mientras que la investigación de atractantes visuales no ha sido abordada, aun cuando se reconoce que las langostas presentan fisiológicamente una característica ocular relevante.

Dentro de los elementos relevantes a considerar para el éxito de una carnada, se encuentra la utilización de ingredientes de bajo costo, un formato de fácil manejo dentro de las embarcaciones, bajo costo de almacenamiento y condiciones microbianas seguras (Chanes-Miranda & Viana, 2000).

Aunque la literatura presenta diversas configuraciones de ingredientes para la carnada, la composición de una de ellas debe corresponder directamente a la especie que se pretende capturar, por lo que la composición de otras carnadas puede no ser efectiva. Por lo que es aconsejable la exploración de dos elementos inicialmente; por un lado la composición química de la carnada actualmente utilizada por los pescadores, y por otro, definir el comportamiento, las habilidades y el medio de la especie objetivo (disponibilidad de

alimento, visibilidad, corrientes, configuración de las trampas, presencia de depredadores y competidores).

Entre las consideraciones a tomar en cuenta para definir una buena carnada, cabe indicar:

- a. Prohibiciones:
 - i. Productos que no pueden ser utilizados, como pieles animales con pelos.
 - ii. Que el cebo posea condiciones microbianas adecuadas para que en caso de ser consumida por la presa, ésta no produzca daño al hombre.
- b. Económicas:
 - i. Su elaboración no requiera procesos de alta complejidad
 - ii. Materias primas no disponibles, escasas o de alto costo.
- c. Formulación:
 - i. Poseer los elementos atractantes encontrados en la carnada habitual.
 - ii. Proporcione una acción microbiana retardada, y permita su conservación prolongada.
 - iii. Dilución paulatina de los agentes atractantes en el agua.
 - iv. No ser atractante de otras especies que son no deseadas en las capturas.
 - v. Difícil de consumir por la especie objetivo.
- d. Configuración
 - i. Poseer una cobertura o encapsulamiento aglutinante que permita su dilución paulatina en el agua.
 - ii. Poseer un buen coeficiente de masa de exposición, entendiéndose que a mayor área expuesta mayor difusión de los elementos atractantes y disminución de la pérdida de materia por el área central que nunca quedó expuesta.
 - iii. Fácil de apilar y almacenamiento inteligente y reducido.
 - iv. Fácil manejo dentro de una embarcación
 - v. Establecer una porción tal que reduzca las cantidades a utilizar y esté de acuerdo a las condiciones ambientales del momento.
- e. Operativas
 - i. Disposición de la carnada al interior de la trampa.
 - ii. Disminuir los tiempos de reposo dado que las trampas tiene una efectividad mayor en el rango de las 6 a 12 horas.

Antecedentes de ingredientes en formulaciones de carnadas

La selección de ingredientes para la formulación de carnadas para alimentación de peces y crustáceos, tiene un impacto directo en la textura, hidroestabilidad, uniformidad, capacidad productiva (extrusión o peletización), factibilidad (costo) y por sobre todo en su calidad nutricional (Bortone, 2002).

Los ingredientes utilizados para la formulación de carnadas corresponden a un conjunto de aditivos ampliamente utilizados en alimentación animal, los que poseen objetivos estructurales, así como también, contribuyen al poder de atracción sobre la presa. Desde el punto de vista estructural destacan ingredientes como el gluten y harina de trigo, gelatina y carboximetilcelulosa.

Dentro de las características funcionales que poseen estos ingredientes destacan las del gluten de trigo, respecto de su poder como aglutinante natural, contribuyendo en la hidroestabilidad de la carnada (Bortone, 2002). La gelatina imparte características estructurales dada su capacidad gelificante y aglutinante (Fennema, 2000). La carboximetilcelulosa aumenta la viscosidad y además puede ser usada como ligante, estabilizante, filmógeno y homogenizante (Amo, 1980). La harina de trigo contribuye a la estabilidad mecánica de las formulaciones, y puede representar entre un 15 a un 70% del total de la formulación (Bortone, 2002). Espinosa & Labarta (1987) mencionan que carnadas elaboradas con ingredientes que poseen un alto contenido de almidón son más apetecidas en peces carnívoros. Las harinas de pescado al presentar un alto contenido proteico, tienen un alto poder de atracción (Mackie *et al.*, 1980).

Asimismo, es importante destacar que estas propiedades se ven potenciadas por el efecto interacción que presentan estos ingredientes en un sistema de mezclas real.

Según la revisión de la literatura, existe abundante información destinada a la alimentación de peces y crustáceos, las que centran su interés en la cantidad y concentración de nutrientes principalmente. No obstante, existe escasa literatura que aborde el tema de la capacidad de atracción de las formulaciones, así como de la estabilidad de éstas *in situ*. En este sentido, la revisión bibliográfica permitió obtener los factores comúnmente usados en la elaboración de piensos en sus formatos secos, semi-húmedos y húmedos, con fines eminentemente nutricionales y estructurales.

La evaluación/eliminación de algunos de los factores se basó en la evaluación de la factibilidad técnica-económica, su sentido práctico de cara a su utilización final en el archipiélago de Juan Fernández, como asimismo, la duplicidad de funciones en el cebo, por lo que se optó por la utilización de los factores con menor costo y mayor disponibilidad en el

mercado nacional. La selección de los factores que componen la matriz, se realizó en la etapa 2.

ETAPA 2. Evaluación, elección de modelos y factores de mezcla

La elección del modelo de mezcla a utilizar se definió en base al acotamiento de las condiciones reales de experimentación y el número de factores de mezcla a utilizar. En este sentido y considerando que al menos se utilizarían 3 variedades de peces del archipiélago, más un factor mancomunado de vísceras de las mismas especies y los aditivos estructurales (al menos 8 factores) se cotejó la zona experimental a utilizar y evaluó la potencia de cada uno de los diseños. Considerando la zona experimental y el uso de niveles experimentales de los factores, se descartó el modelo Simplex Centroide dado que principalmente evalúa mezclas básicas en los bordes del diseño, más que zonas experimentales interiores sin considerar restricciones. Asimismo, la zona de experimentación a probar no da indicios de irregularidad o asimetría, por lo que también se descartó el modelo Simplex Aumentado.

Los modelos remanentes, Simplex Lattice y Box-Behken constituyen diseños equivalentes en términos de potencia (ambos ofrecen un valor de $1-\beta \approx 97.29\%$), lo que plantea una diferencia conceptual de tipo práctico a resolver: ¿la mezcla a experimentar será con un constituyente base mayoritario superior al 50% (excipiente base) o constará de k factores experimentales cuya suma porcentual será un 100%?.

La elección final del modelo de mezclas depende entonces de las pruebas preliminares de los factores y considerar la elección de uno de los 2 modelos ya comentados.

En forma paralela, la elección de los factores experimentales se basó de acuerdo a la actividad funcional de cada uno, lo que permitiría apuntar a los objetivos trazados: aumento en la vida útil y capacidad de atracción del recurso objetivo (langosta). Dentro de la matriz se definen factores primarios y secundarios, cada uno con funciones distintas (Tabla 46).

Tabla 46
Factores utilizados para formulación de alternativa de carnada

Componente	Clasificación	Función
Pescados (vidriola, breca, jurel y anguila)	Primario	Imparte atracción por sus aminas volátiles
Harina de Pescado		
Harina de trigo		
CMC	Secundarios	Imparten textura
Gluten		
Gelatina		

ETAPA 3. Formulación y Elaboración de mezclas

- Objetivo 2 (ETAPA 3). La evaluación de la estabilidad estructural realizada en pruebas preliminares fuera del diseño planteado, donde se utilizó la concentración promedio y mínima, mostró que no existían diferencias significativas ($p=0,08$) en los valores de textura.

Los resultados obtenidos del Objetivo 2 hicieron necesario la realización de pruebas de sensibilización a la baja, que permitieron evaluar el efecto en la estabilidad estructural de niveles más bajos de los factores.

- Objetivo 2.1 (ETAPA 3). En la etapa de sensibilización de las concentraciones de la formulación, se utilizó las concentraciones descritas en la Tabla 10. Imágenes de cada una de las formulaciones embutidas en tripa de celulosa se presenta en la Figura 74.



Figura 74.Embutidos formulados a distintas concentraciones de constituyentes (M, M-10%, M-20%, M-30%).

Para el análisis de los datos de la prueba se utilizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de 2 factores: Días de prueba (0 a 5) y Factor de Reducción de ingredientes (Referencia, 10, 20 y 30%).La variable de respuesta fue Fuerza de la deformación (Tabla 47).

Tabla 47
Análisis de Varianza de dos factores: Días de prueba y Factor de Reducción de ingredientes. Variable respuesta: Fuerza de deformación

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrados medios	F _{ratio}	Valor p
Efectos principales					
A:Dia	2,5*10 ⁶	4	6,4*10 ⁵	65,6	<0,01
B:F_Reduct	4,1*10 ⁶	3	1,3*10 ⁶	139,2	<0,01
Interacciones					
AB	2,1*10 ⁶	12	1,7*10 ⁵	18,1	<0,01
Residual	3,3*10 ⁶	340	9,8*10 ³ .		
Total (Corregido)	1,2*10 ⁷	359			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Como se puede ver en el análisis, el factor Días de Prueba como Factor de Reducción y su interacción fueron significativos ($F_{ratio} \geq 4$). En forma complementaria y de modo de visualizar los grupos y sus diferencias se confeccionaron los Gráficos LSD (Diferencia de mínimos cuadrados) o gráficos de Fisher al 95% de confianza (Fig. 75).

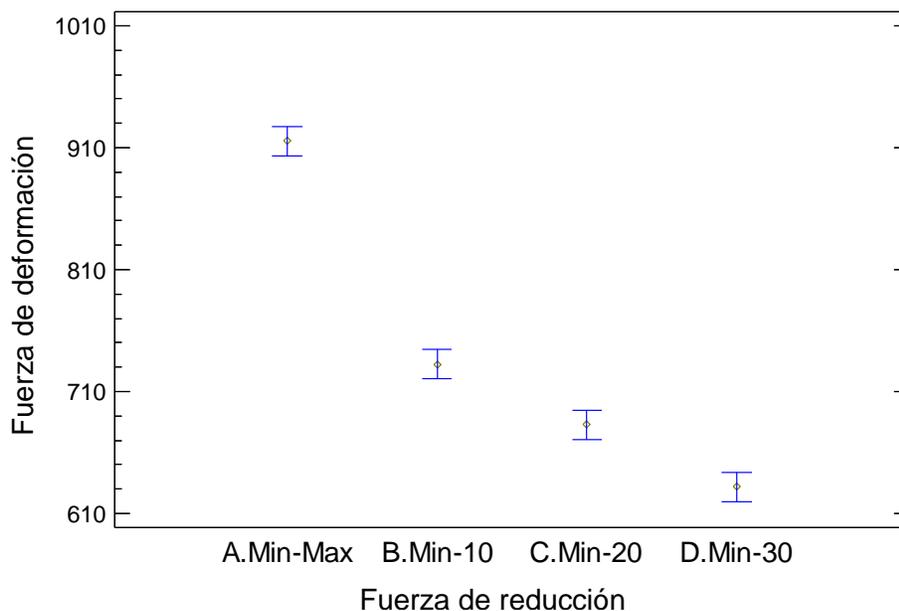


Figura 75. LSD al 95% de confianza para el Factor de reducción de los ingredientes y la variable respuesta Fuerza de deformación.

La figura muestra claramente las diferencias significativas entre los grupos, evidenciando una relación directamente proporcional al porcentaje de reducción de los ingredientes, es decir, se produce una disminución en la fuerza requerida a medida que se disminuyó la concentración de los excipientes que le otorgan estabilidad a la carnada. Asimismo, al realizar el mismo análisis al factor “Días de almacenamiento” se obtiene la Figura 76.

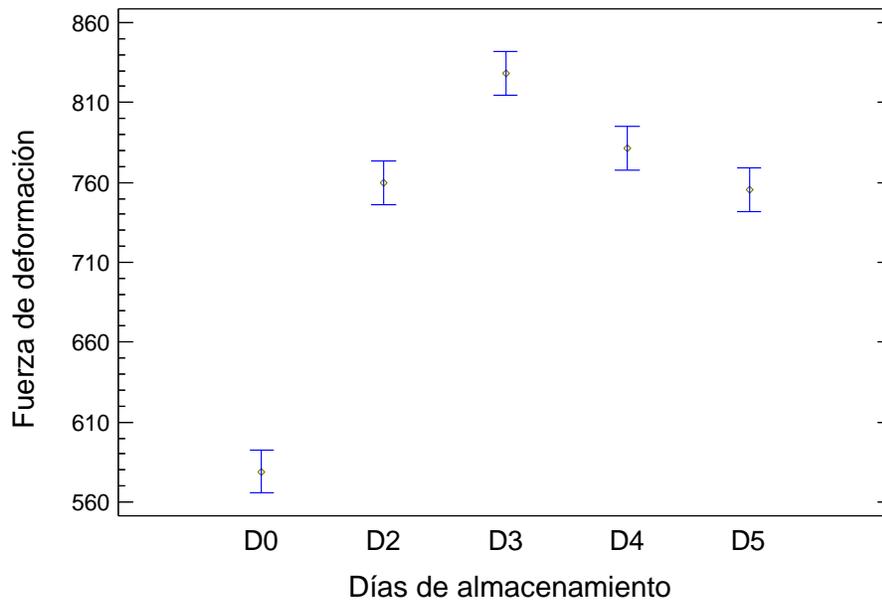


Figura 76. LSD al 95% de confianza para el Factor Días de Almacenamiento y la variable respuesta Fuerza de deformación.

Claramente se aprecia un fenómeno de fortalecimiento de la carnada desde el día 1 hasta el día 3 considerando su almacenamiento en agua de mar, es decir un aumento de la Fuerza de deformación.

Esto se debe a la interacción de a lo menos dos fenómenos acoplados. El primero se refiere al enfriamiento y retrogradación de las cadenas de almidón producto de su contacto con el agua de mar, al tiempo que ocurre un proceso de hidratación de los geles formados (ambos parciales), por los carbohidratos como por las proteínas del pescado (Fennema, 2000; Gálvez, 2010¹).

En segundo lugar, y dada la inmersión en agua de mar, las sales disueltas aumentarían la solubilidad de las proteínas, permitiendo enlazar agua, lo que se traduce en una estructura más blanda y elástica, con una disminución en los valores de fuerza. Esto se sumaría a las reacciones de degradación producto de la alta carga microbiana contenida en las vísceras, así como a la generación de compuestos volátiles asociados a la degradación del nitrógeno proteico. Esto se traduciría en la depresión paulatina de las Fuerzas de

¹Galvez, L. 2010. Comunicación personal. Académica de la Escuela de Ingeniería de Alimentos (PhD.). Junio de 2010.

deformación a partir del día 4. El efecto de ambos fenómenos se puede apreciar en la interacción de factores (Fig. 77).

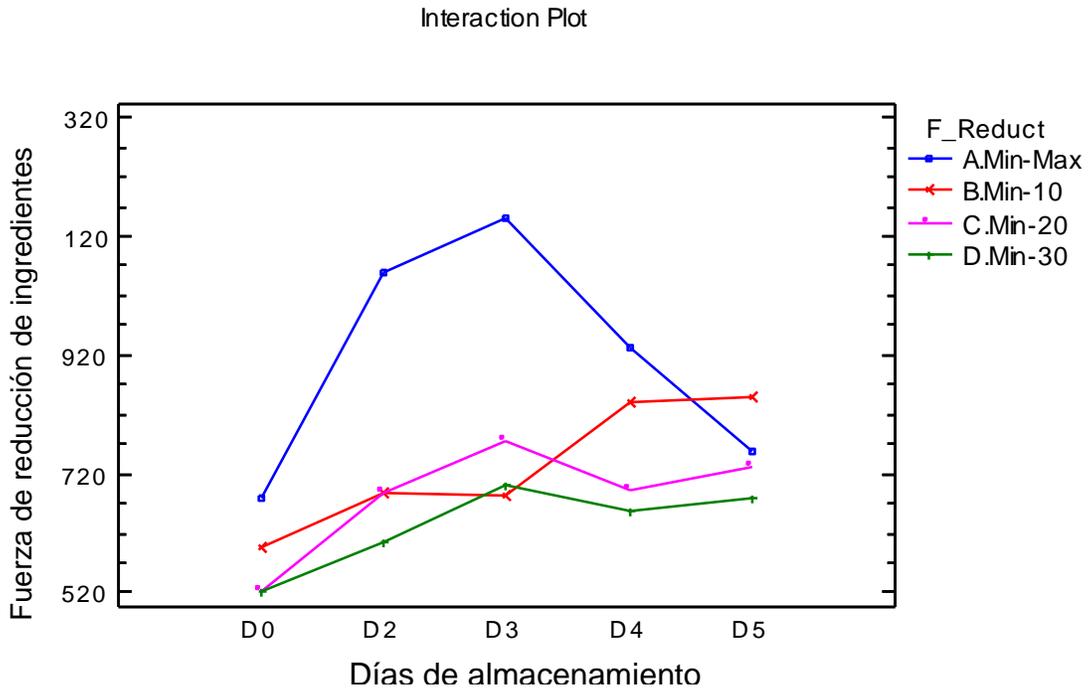


Figura 77. Interacciones para el Factor Días de Almacenamiento y el Factor de reducción de ingredientes.

La Figura 78 muestra una imagen global y dinámica del fenómeno ocurrido entre ambos factores experimentales. Para ello se realizó un Análisis Factorial basado en extracción de Componentes Principales, la cual muestra la evolución de los grupos desde el día 0 hasta el día 5.

El ordenamiento de los dos factores retenidos, explica el 91,4% de la varianza total. El análisis fue validado mediante una rutina de Validación Cruzada completa, logrando una capacidad de ajuste del 81,3%.

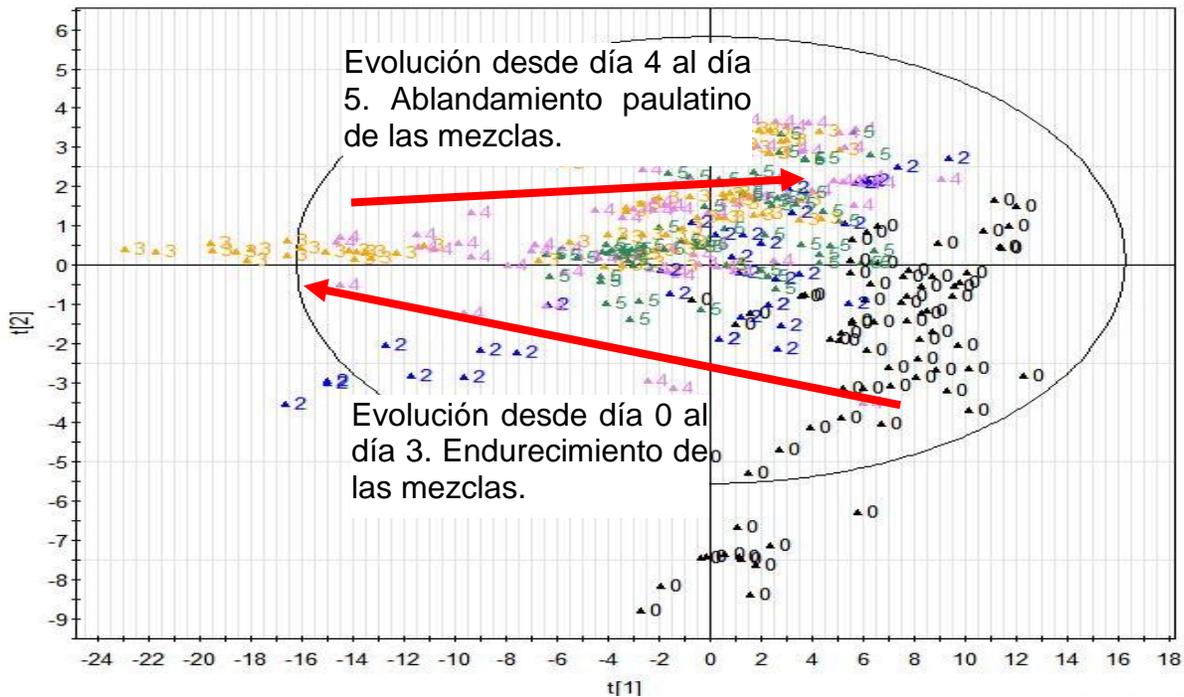


Figura 78. Imagen global y dinámica del fenómeno ocurrido entre ambos factores experimentales.

El conjunto de pruebas realizadas permitió definir los factores experimentales y los niveles operativos de los diseños de mezcla que se realizaron. Dichos diseños experimentales fueron evaluados in vivo en estanques con langostas de modo de ser validados.

ETAPA 4. Evaluación experimental en ambientes controlados

- Objetivo 1(ETAPA 4)

Se analizaron los datos obtenidos de distancia recorrida, realizando un Análisis de Varianza (ANOVA, considerando como variable la distancia recorrida y el factor como obstáculo con carnada (DR4) y sin carnada (DR2) obteniendo los resultados entregados en la Tabla 48 y Figura 79.

Tabla 48

ANOVA para el Factor Con y Sin Obstáculo y la variable respuesta
Distancia Recorrida

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F-Ratio	Valor p
Obstáculo	0,065	1	0,065	0,00	0,979
Residual	1.005,93	11	91,448		
Total (Corr.)	1.006,0	12			

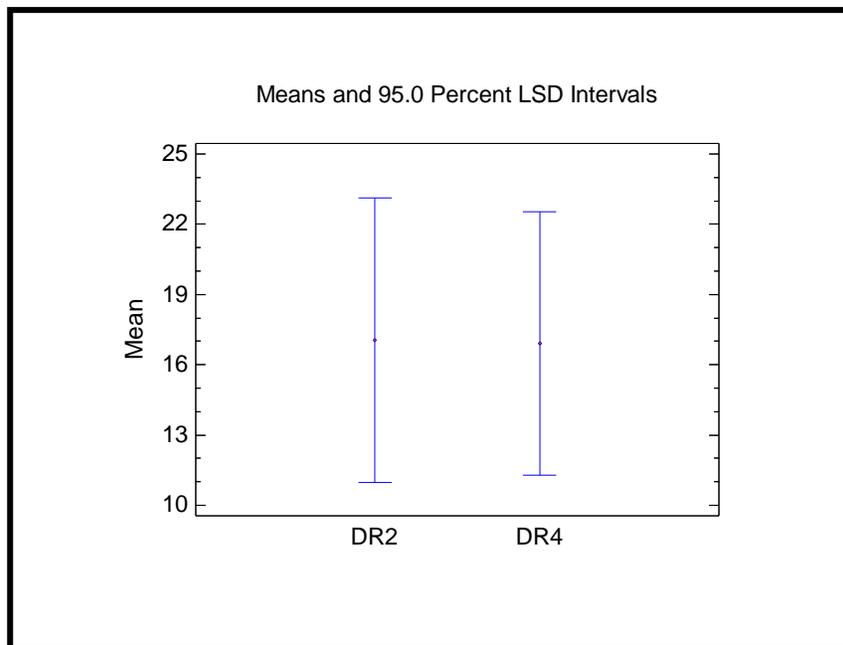


Figura 79. LSD al 95% de confianza para el Factor Con y sin obstáculo y la variable respuesta Distancia Recorrida.

También se analizó el tiempo de respuesta hasta lograr éxito como variable respuesta. Con obstáculo (TR4) y sin obstáculo (TR2) como niveles del factor. Los resultados se aprecian en la Tabla 49 y Figura 20.

Tabla 49
ANOVA para tiempo respuesta hasta éxito como variable respuesta. Con obstáculo (TR4) y sin obstáculo (TR2) como factor

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F-Ratio	Valor p
Entre grupos	188314.	1	188314.	0,30	0,592
Intra grupos	$6,817 \cdot 10^6$	11	619753.		
Total (Corr.)	$7,005 \cdot 10^6$	12			

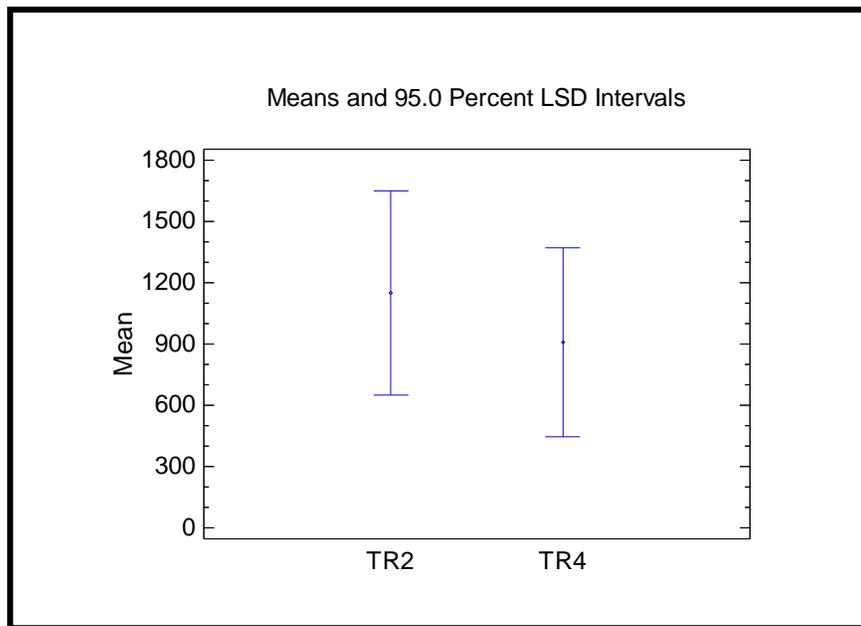


Figura 80. LSD al 95% de confianza para el Factor Con y Sin obstáculo y la variable respuesta tiempo respuesta hasta éxito.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, la presencia del obstáculo no genera un estímulo adicional al comportamiento de los especímenes.

- Objetivo 2 (ETAPA 4)

Los valores obtenidos para las variables de respuestas consideradas en el análisis del diseño son los presentados en la Tabla 50a y b.

Tabla 50a
Valores de respuesta para el diseño D-Optimo de mezcla

Formulación	Tiempo total (min)	Tiempo de reacción (min)	Distancia recorrida (m)
1	30,00	4,550	54,119
	24,00	1,350	24,173
2	3,30	1,000	9,755
	16,58	6,350	32,685
3	30,00	0,483	38,214
	10,21	1,120	17,571
4	30,00	0,083	17,704
	2,50	2,030	4,534
5	30,00	0,900	53,615
	30,00	1,383	27,135
6	20,00	2,376	17,808
	3,00	2,000	4,972
7	30,00	7,000	28,447
	14,00	3,000	18,145
8	8,00	4,000	5,957
	30,00	0,000	0,790
9	7,00	2,000	11,086
	30,00	1,000	38,888
10	18,00	3,000	20,400
	30,00	3,000	36,618
11	0,33	0,200	3,134
	14,67	8,520	11,827
12	30,00	3,183	15,421
	30,00	-----	1,663
13	30,00	1,500	8,632
	19,97	13,383	16,880
14	5,65	4,483	3,509
	30,00	0,700	8,615
15	2,47	1,008	2,247
	6,75	6,550	2,730
16	17,32	8,517	29,724
	18,15	7,007	22,014
17	0,37	0,267	2,682
	30,00	0,450	3,441

Tabla 50b
Valores de respuesta para el diseño D-Optimo de mezcla

Formulación	Tiempo total (min)	Tiempo de reacción (min)	Distancia recorrida (m)
18	1,47	0,667	2,283
	30,00	10,817	25,268
19	14,37	3,283	16,214
	30,00	-----	0,723
20	21,47	14,517	27,227
	30,00	0,950	5,152
21	30,00	4,833	37,802
	30,00	10,000	14,537
22	1,00	0,033	2,683
	30,00	14,233	18,196
23	30,00	-----	4,472
	7,00	0,150	20,758
24	21,77	21,767	6,728
	30,00	0,050	9,532
25	30,00	0,217	19,289
	4,75	4,667	3,503
26	27,50	0,500	3,580
	30,00	-----	0,576
27	30,00	-----	0,165
	30,00	-----	1,565
28	30,00	14,000	3,178
	30,00	4,000	2,003
29	3,00	0,867	4,705
	30,00	7,383	38,010
30	11,68	8,983	12,670
	6,18	0,083	7,945
31	1,33	0,200	4,209
	6,82	0,283	9,068

Los valores de respuestas para el análisis del diseño fueron procesados utilizando el algoritmo de Descomposición Singular de Valores (SVD) propuesto por Golub & Van Loan (1983), y por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS), según el método planteado por Eriksson *et al.* (2001). Todos los cálculos y ajustes se realizaron con el software MODDE 8.0 (2008).

Las variables de respuesta evaluadas presentaron gran complejidad de comportamiento dada la colinealidad, autocorrelación y, en especial, el comportamiento errático de algunos individuos. Esto se puede apreciar en la Figura 81 que incluye el comportamiento de un individuo a modo de ejemplo.

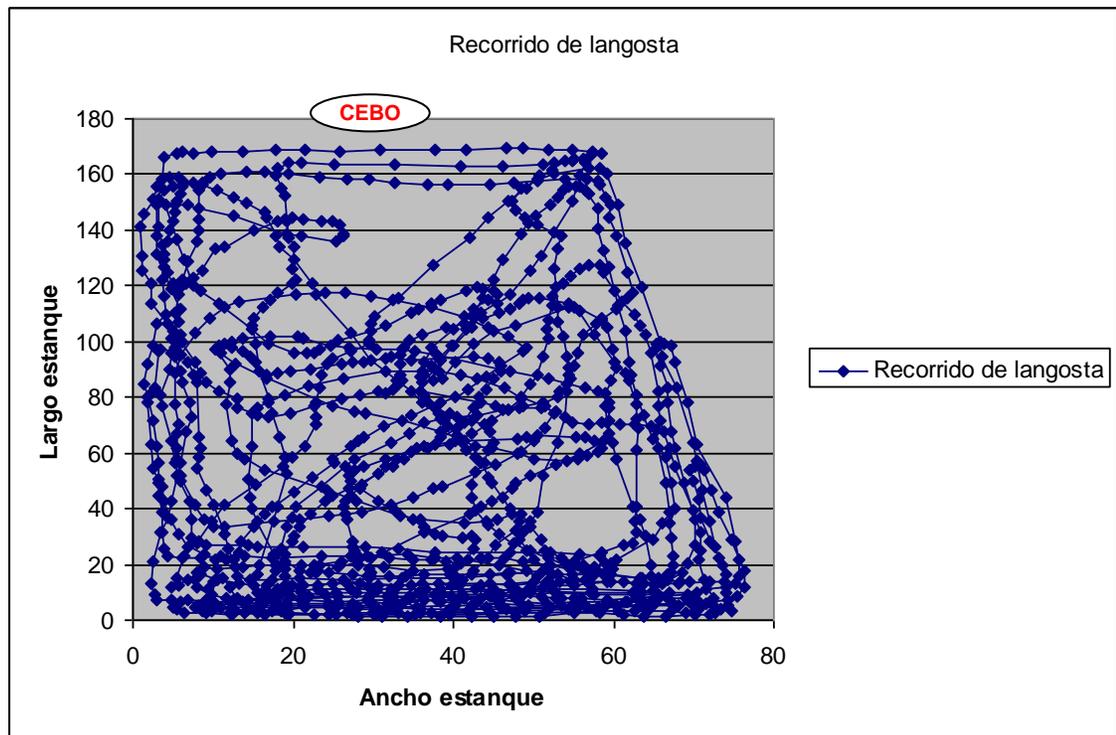


Figura 81. Desplazamiento típico de un individuo en las pruebas.

ETAPA 5. Procesamiento de datos y elección de óptimos.

El análisis de las variables de respuesta mediante análisis ANOVA indicó que los modelos lineal, cuadrático y cúbico para la variable “Tiempo de Respuesta” no fueron significativos en ninguno de los casos ($F_{\text{ratio}} \leq 0,87$). Mientras que para las variables “Tiempo Total” y “Distancia Recorrida” los modelos lineal, cúbico y cúbico especial no fueron significativos ($F_{\text{ratio}} \leq 1,67$), sin embargo el modelo cuadrático ajustó con valores límite de significancia ($F_{\text{ratio}} \geq 1,695$ y $F_{\text{ratio}} \geq 1,713$ para las variables “Tiempo Total” y “Distancia Recorrida”, es decir $p\text{-valor} = 0,047$ y $p\text{-valor} = 0,043$ respectivamente). Esto se puede interpretar como significancias bordeando el límite de confianza por lo que se presume una inferencia en intervalo de incertidumbre. Esto se puede deber a una señal poco fuerte en diseño experimental, es decir las pruebas experimentales no lograron o lograron parcialmente modelar la variabilidad subyacente al fenómeno. Otro elemento común en diseños experimentales con un número de factores de mezcla superior a 4 lo constituye la cercanía y congestión de los puntos experimentales (es decir en el mismo espacio experimental conviven una mayor cantidad de puntos experimentales) “acercándolos” entre sí.

Las superficies de respuesta ajustadas para las variables “Tiempo Total” y “Distancia Recorrida” se pueden ver en la figura 82a y 82b.

Posteriormente, los modelos cuadráticos ajustados fueron procesados con el Método Simplex Nelder-Mead de forma de “amplificar” la señal y generar un área factible de forma de preseleccionar un grupo de mezclas candidatas a óptimos. La característica de estas mezclas candidatas es que no necesariamente hayan formado parte de las pruebas experimentales, sino que son generadas a partir del algoritmo. Las 8 pruebas generadas son las que se muestran en la Tabla 51. Sobre estas mezclas candidatas se aplicó el criterio de G-Optimalidad, equivalente al criterio del Número Condicional (el cual corresponde a la proporción entre el mayor y menor valor propio de $X'X$) de forma de seleccionar las tres mejores mezclas en torno a la zona factible.

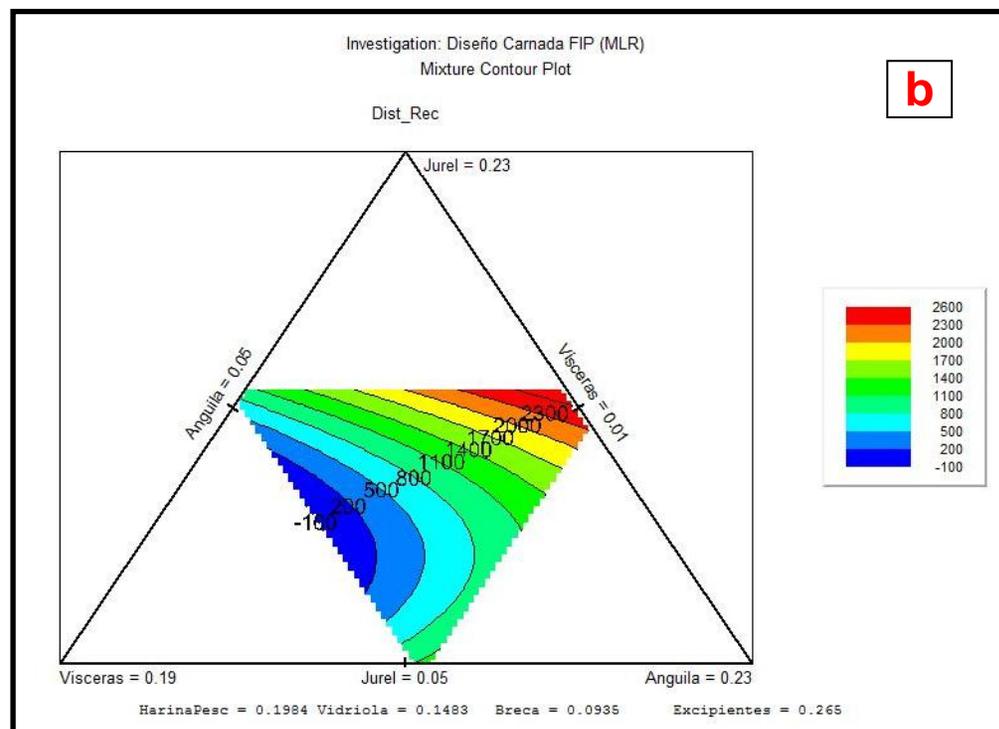
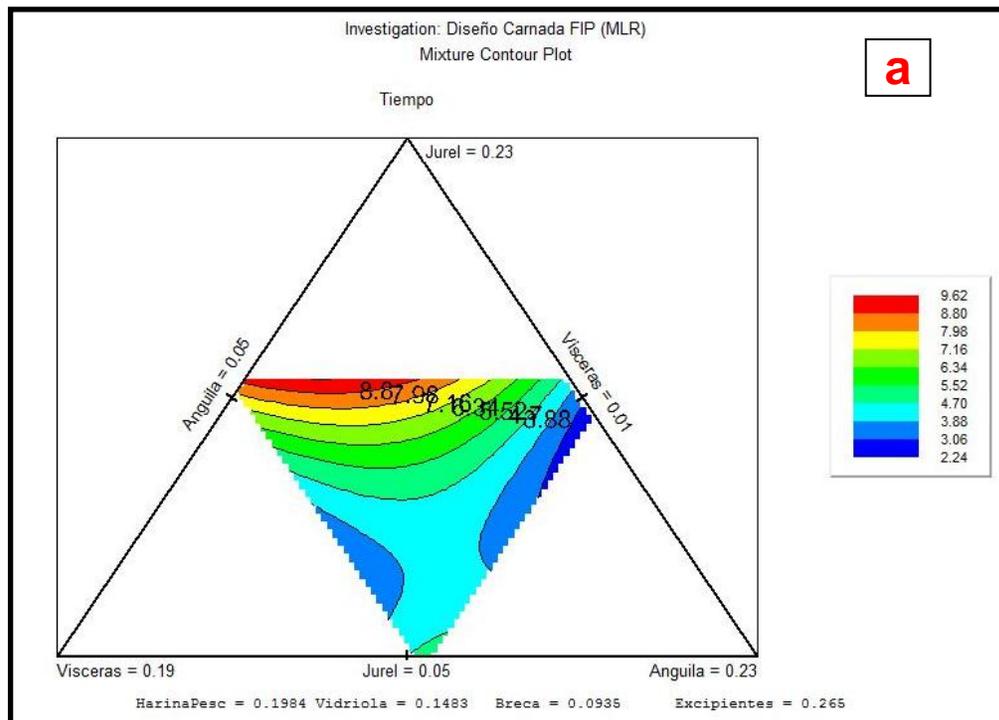


Figura 82.a) Superficie de respuesta ajustada para la variable "Tiempo Total", b) Superficie de respuesta ajustada para la variable "Distancia Recorrida".

Tabla 51
Grupo de mezclas candidatas a mezclas

No	Jurel	Vísceras	Anguila	Harina Pescado	Vidriola	Breca	Excipientes
1	0,115	0,054	0,144	0,199	0,097	0,127	0,265
2	0,148	0,099	0,143	0,102	0,150	0,093	0,265
3	0,147	0,100	0,140	0,101	0,150	0,098	0,265
4	0,107	0,085	0,096	0,200	0,150	0,097	0,265
5	0,136	0,031	0,128	0,200	0,097	0,144	0,265
6	0,123	0,057	0,110	0,200	0,111	0,134	0,265
7	0,143	0,100	0,137	0,103	0,150	0,103	0,265
8	0,126	0,100	0,068	0,198	0,150	0,094	0,265

Según estos se seleccionaron las mezclas 1, 5 y 6 (Criterio G-Óptimo de 89.3%, 87.1% y 78,0%, respectivamente). Las 3 pruebas candidatas se muestran en la Tabla 52.

Tabla 52
Formulaciones candidatas a utilizar en la validación *in-situ*

No	Jurel	Vísceras	Anguila	Harina Pescado	Vidriola	Breca	Excipientes
1	0,115	0,054	0,144	0,199	0,097	0,127	0,265
5	0,136	0,031	0,128	0,200	0,097	0,144	0,265
6	0,123	0,057	0,110	0,200	0,111	0,134	0,265

Etapa 6. Validación *in-situ*

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la prueba de validación se presentan en la Tabla 53.

Los resultados del diseño bi-factorial se procesaron mediante Análisis de la Varianza. Se comprobó la condición de Homocedasticidad utilizando una variante al test de Levene con residuos cuadráticos, asimismo, se estableció la condición de Normalidad de los residuos, aunque se detectó cierto grado de simetría. Utilizando el Índice de Autocorrelación Parcial (r_k), no se detectó indicios de Autocorrelación en los datos. Los resultados de la interacción de efectos incluyendo intervalos de Fisher (LSD) se aprecian en la Figura 83:

Analizando la Captura Total, no se aprecian diferencias significativas entre los diferentes niveles de los factores ensayados, al tiempo que en promedio los factores y sus niveles indican una Captura Total de 1,44 individuos, contrastando con una Captura Total de 23,66 individuos utilizando dispositivos habituales. Los resultados de otros lances utilizando carnada o cebo tradicional se aprecian en la Figura 84:

Tabla 53

Resultados para el diseño factorial de validación *in-situ*

Corrida	Latitud	Longitud	Dosis	Unidades capturadas	Unidades comerciales capturadas
1	33,68944	78,79697	200	0	0
2	33,68505	78,79828	1000	0	0
3	33,67545	78,82044	1800	0	0
4	33,6768	78,8196	200	0	0
5	33,67415	78,82182	1000	0	0
6	33,67405	78,82391	1800	0	0
7	33,67434	78,82546	200	1	0
8	33,67506	78,82508	1000	2	0
9	33,67163	78,84482	1800	0	0
12	33,68518	78,79675	1800	0	0
10	33,68526	78,79808	200	0	0
11	33,67641	78,81857	1000	6	1
15	33,67746	78,81902	1800	1	0
13	33,6744	78,82138	200	5	0
14	33,67442	78,82525	1000	2	0
18	33,67441	78,82529	1800	3	0
16	33,67514	78,82525	200	3	0
17	33,67199	78,84526	1000	2	0
20	33,68944	78,79697	1000	3	0
21	33,68505	78,79828	1800	1	0
19	33,67545	78,82044	200	0	0
23	33,6768	78,8196	1000	2	0
24	33,67415	78,82182	1800	2	0
22	33,67405	78,82391	200	0	0
26	33,67434	78,82546	1000	4	0
27	33,67506	78,82508	1800	2	0
25	33,67163	78,84482	200	0	0
28	33,68951	78,8008	200	0	0
29	33,68914	78,80213	1000	0	0
30	33,68078	78,82122	1800	2	0
31	33,68207	78,82132	200	5	0
32	33,679	78,82393	1000	1	0
33	33,67845	78,82624	1800	0	0
34	33,6785	78,82749	200	0	0
35	33,6796	78,8276	1000	4	0
36	33,67853	78,85024	1800	1	0

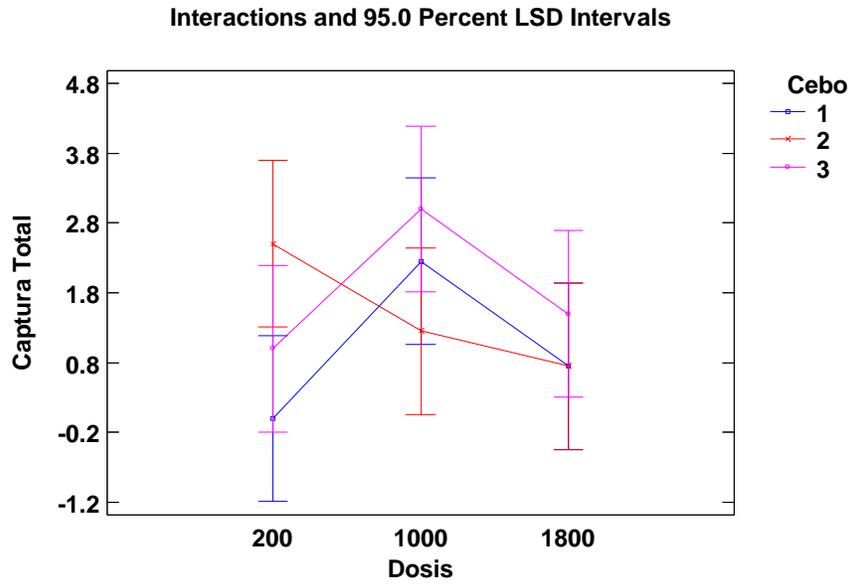


Figura 83. Interacción de efectos para los cebos ensayados.

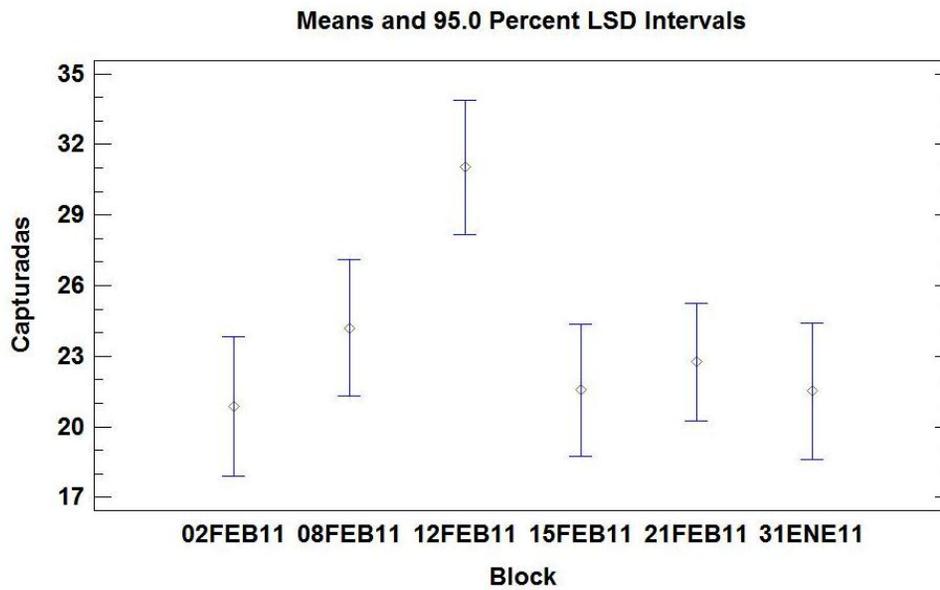


Figura 84. Captura promedio total de langosta e intervalos de confianza de lances realizados en periodo similar, utilizando carnada o cebo tradicional.

Encuestas a pescadores

Se llevó a cabo una encuesta a pescadores de Robinson Crusoe en mayo de 2011, 18 de los consultados aceptaron responder las consultas llevadas a cabo.

1. ¿Hay más o menos pescado que la temporada pasada?
2. ¿Los pescados están más grandes o más chicos que la temporada pasada?
3. ¿Hay alguna especie más escasa que la temporada pasada? (indicar cual si responde afirmativamente)
4. ¿Hay alguna especie más abundante que la temporada pasada? (indicar cual si responde afirmativamente)
5. En las últimas 5 temporadas, ¿Ha variado la cantidad de pescado?
6. En las últimas 5 temporadas, ¿Ha variado el tamaño de los peces?
7. En las últimas 5 temporadas, ¿Se ha hecho más escasa alguna especie de pez? (Indicar)
8. En las últimas 5 temporadas, ¿Se ha hecho más abundante alguna especie de pez? (Indicar)
9. ¿Cuál es el pescado que es la mejor para carnada para langosta?
10. ¿Considera necesaria alguna protección para peces de la isla? (Ejemplo: veda, talla mínima, cuota, cierre de zonas de pesca, etc.) (Indicar cuál si responde afirmativamente).

Adicionalmente, se consultó respecto a carnadas alternativas, distintas a peces del archipiélago, que hubiesen sido probadas con éxito en la captura de langosta. Sin embargo, sólo hubo una respuesta en este sentido, correspondiente al uso de cuero de vacuno (Figs. 85 a 88).

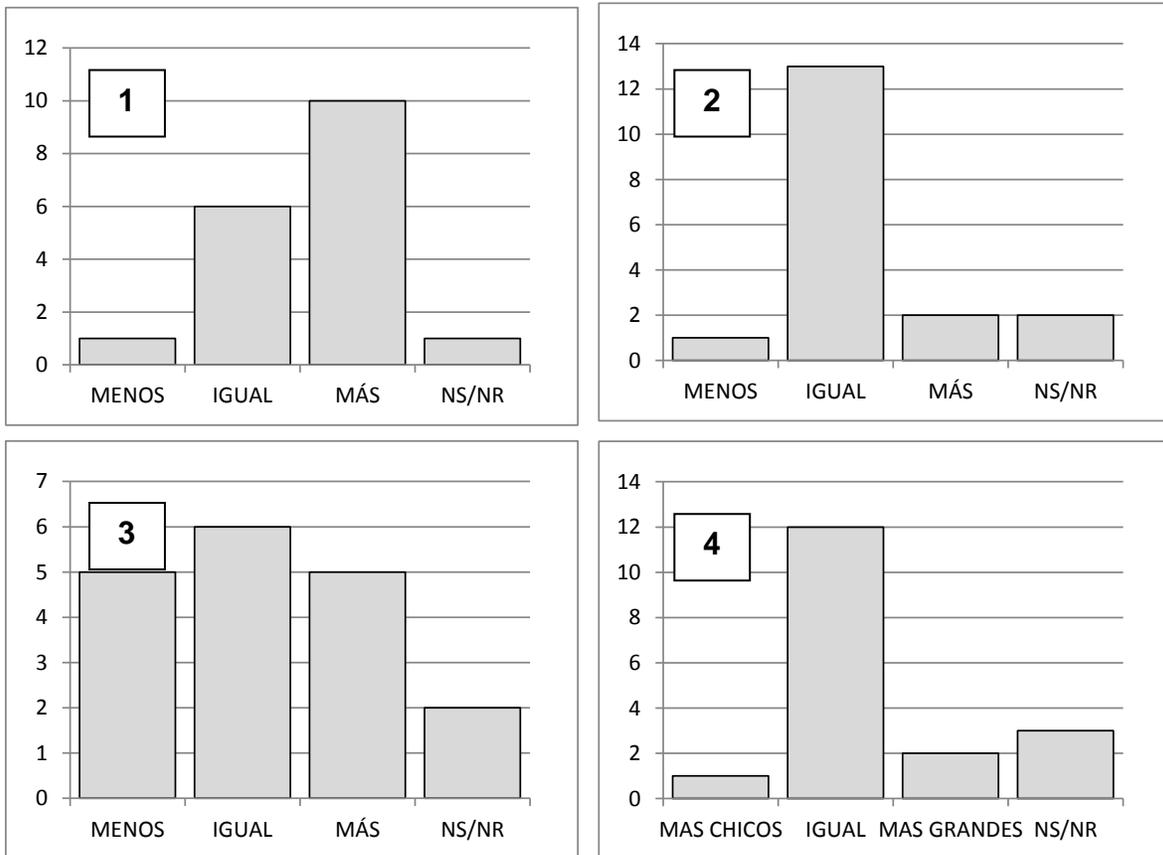


Figura 85. Respuestas a preguntas 1. ¿Hay más o menos pescado que la temporada pasada?; 2. ¿Los pescados están más grandes o más chicos que la temporada pasada?; 3. En las últimas cinco temporadas, ¿Ha variado la cantidad de pescado?; 4. En las últimas cinco temporadas, ¿Ha variado el tamaño de los peces?.

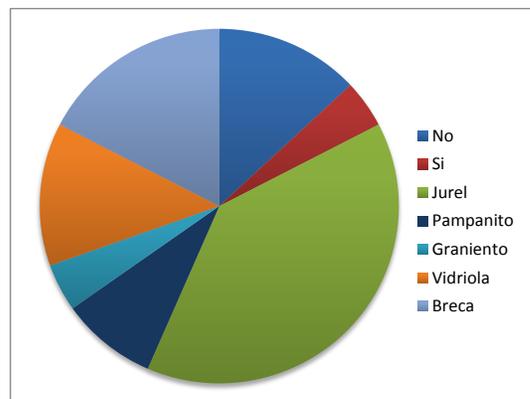
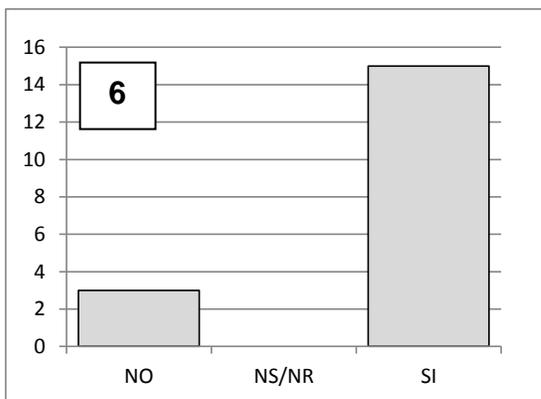
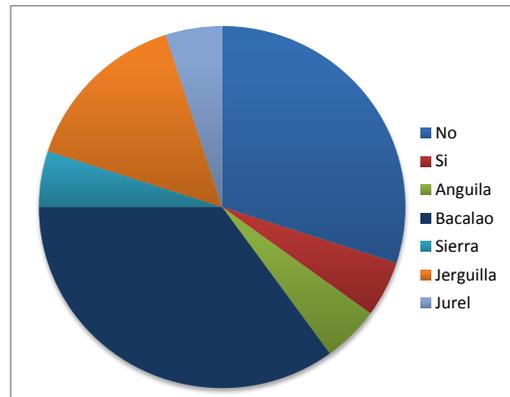
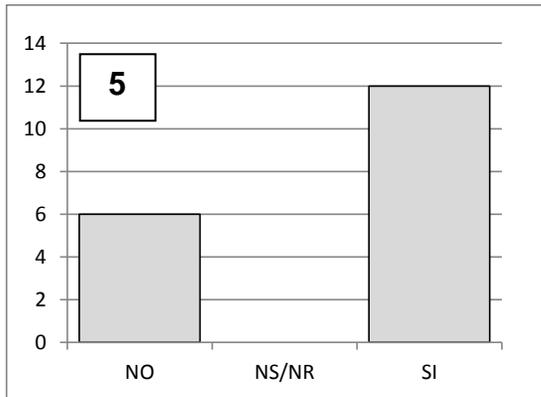


Figura 86. Respuestas a preguntas 5. ¿Hay alguna especie más escasa que la temporada pasada? (indicar cual si responde afirmativamente) y 6. ¿Hay alguna especie más abundante que la temporada pasada? (indicar cual si responde afirmativamente).

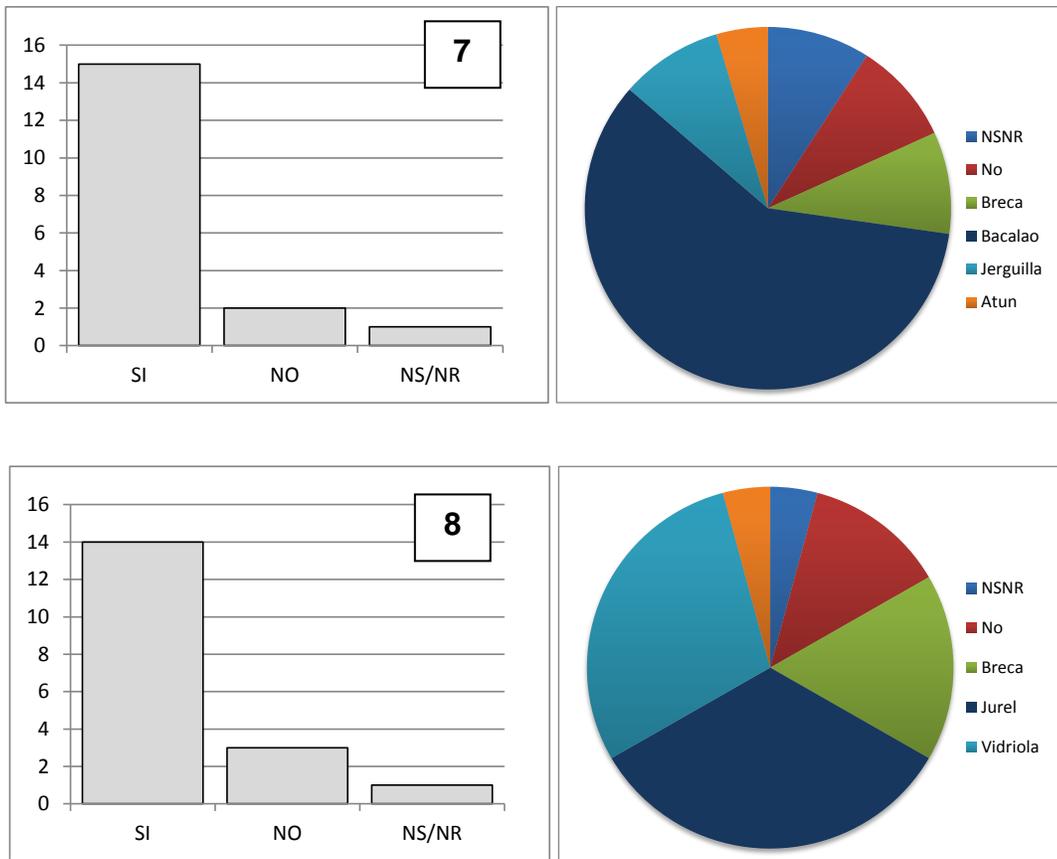


Figura 87. Respuestas a preguntas 7. En las últimas 5 temporadas, ¿Se ha hecho más escasa alguna especie de pez? (Indicar) y 8. En las últimas 5 temporadas, ¿Se ha hecho más abundante alguna especie de pez? (Indicar).

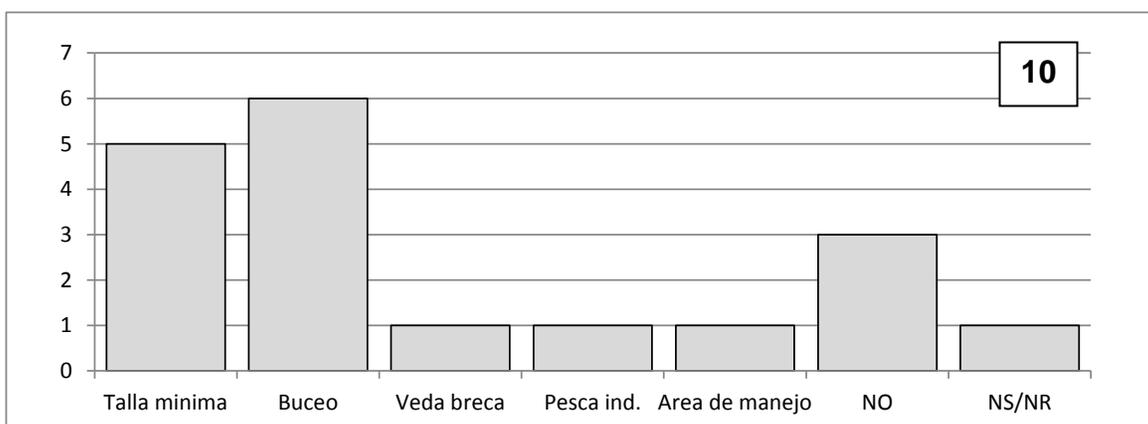
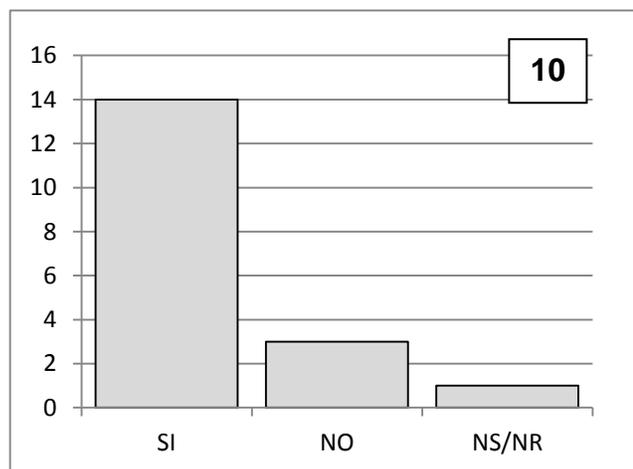
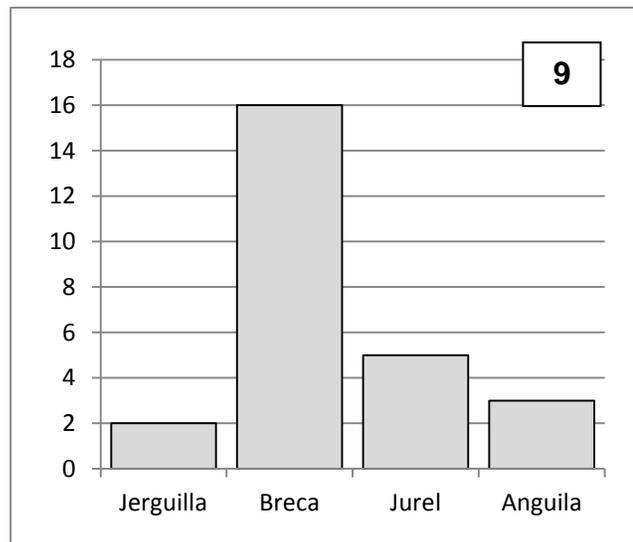


Figura 88. Respuestas a pregunta 9. ¿Cuál es el pescado que es la mejor para carnada para langosta? y 10. ¿Considera necesaria alguna protección para peces de la isla? (Ejemplo: veda, talla mínima, cuota, cierre de zonas de pesca, etc.) (Indicar cuál si responde afirmativamente).

Talleres

1. Taller de coordinación (FIP)

Se llevó a cabo al inicio del proyecto, una vez aprobado el contrato de investigación entre CIP y la PUCV, el miércoles 22 de diciembre de 2009, en dependencias del Fondo de Investigación, con presencia del entonces Secretario Ejecutivo del CIP, Sr. Rubén Pinochet P. y los investigadores, Sres. Dante Queirolo P. y Mauricio Ahumada E.

2. Taller técnico de difusión de resultados

El día viernes 24 de junio de 2011, se llevó a cabo en dependencias del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) el taller técnico de difusión y discusión de resultados del proyecto FIP 2009-31. Para dicha actividad se cursaron invitaciones a investigadores, administradores de pesquerías y personal del Fondo de Investigación Pesquera, además de tres representantes de sindicatos de pescadores de Juan Fernández que se encontraban a la fecha presentes en el continente.

Como expositores participaron los Sres. Mauricio Ahumada, Guido Plaza y Jorge Saavedra, investigadores del proyecto, quienes dieron a conocer tópicos relativos a las características de la pesca de peces en el archipiélago de Juan Fernández y alternativas de manejo de la carnada; aspectos reproductivos y de crecimiento de breca y jurel de Juan Fernández y una experiencia de desarrollo de una formulación de carnada alternativa para la captura de langosta de Juan Fernández. Los asistentes al taller fueron ocho personas, además de los tres expositores.

Inicialmente, el Sr. Ahumada dio a conocer los resultados relativos a la caracterización tecnológica de la pesca de peces, en términos de tipos de aparejos, localización de caladeros, identificación de especies y estimación de capturas. Igualmente, dio a conocer los resultados del monitoreo de trampas langosteras, con el fin de estimar los flujos en número y peso de las capturas que conforman el sistema de extracción en torno a la langosta de Juan Fernández, en términos de carnada y de especie objetivo. Finalmente, dio a conocer alternativas para la carnada en las islas, discutiendo si es posible seleccionar la captura a la talla mediante el uso de los aparejos usados en las islas (anzuelos) en el caso de establecer una talla mínima para la breca, además de la posibilidad de reducir las

porciones de carnada y emplear recipientes para ésta al interior de trampas langosteras con el fin de reducir pérdidas por consumo o desprendimiento.

La segunda presentación fue realizada por el Sr. Plaza, quien dio a conocer los resultados del análisis reproductivo relativo a las principales especies capturadas durante el periodo monitoreado por el proyecto, esto es, la breca y el jurel de Juan Fernández. En este sentido, dio a conocer la estimación de una talla media de madurez sexual ($TMS_{50\%}$) para *Nemadactylus gayi* de 29,6 cm de longitud horquilla, la que de acuerdo a la curva de crecimiento obtenida para el recurso mediante el análisis de otolitos, debiera ser alcanzada en promedio a los 4,2 años de edad, en este sentido resaltó el hecho que los análisis histológicos de gónadas indicaron que esta especie correspondería a un desovador parcial, dada la distribución polimodal del diámetro de ovocitos. En este sentido, la breca mostró desarrollo gonadal principalmente a partir de abril, alcanzando en mayo un grado de madurez donde la escasa presencia de hembras con folículos post-ovulatorios y ausencia de ovarios desovados, indicaría el inicio de la temporada de desove que podría extenderse hacia los meses de invierno. En el caso del jurel de Juan Fernández en tanto, no se determinó desarrollo gonadal durante el periodo analizado por el proyecto.

Finalmente, el Sr. Saavedra expuso los resultados relativos al desarrollo de una carnada alternativa para la langosta de Juan Fernández. Esta experiencia se enfocó bajo la premisa de que ésta debiese ser de bajo costo, de bajo impacto ambiental, elaborada con insumos de alta disponibilidad, con una elaboración de baja complejidad y que no significase un cambio cultural significativo para los pescadores de la isla. Conforme a ello, se escogió como materia prima a peces de la isla, con el objetivo de generar un cebo tal que disminuyera las porciones de peces requeridas, permitiera su disponibilidad previa al zarpe y eventualmente pudiese reutilizarse al interior de las trampas. Las formulaciones consideraron la bibliografía disponible para experiencias similares en langosta. Una vez analizadas las ventajas y desventajas, se determinó llevar a cabo la elaboración de un embutido, la que a partir de experiencias desarrolladas en ambiente controlado identificaron las características de la membrana contenedora y determinación de la mezcla óptima, mediante el empleo de técnicas de optimización simplex, diseños de segundo orden y diseños D-óptimos. Las carnadas fueron probadas en laboratorio en la Escuela de Ciencias del Mar (PUCV), ofreciendo cada formulación a ejemplares individuales de langosta en estanque y evaluándose sus respuestas mediante el apoyo de filmaciones infrarrojas, para

posteriormente realizar lances de pesca en un esquema experimental de 2 factores (3 cebos y 3 dosis) y 4 réplicas en la isla Robinson Crusoe (36 corridas en total), los que no arrojaron resultados positivos, lo cual pudo originarse por la rotura de las membranas contenedoras de los embutidos.

3. Taller de difusión de resultados Juan Fernández

El taller de resultados se llevó a cabo el día 14 de julio de 2011 en dependencias de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en la isla Robinson Crusoe. A dicha actividad se invitó a la comunidad de pescadores del archipiélago, en coordinación con el principal Sindicato de Pescadores de la isla (STIPA JF). Al taller asistió un total de 10 personas, destacando dirigentes de STIPA JF, además del Capitán de Puerto de Robinson Crusoe y el Director del Parque Nacional JFDEZ.

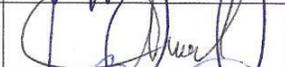
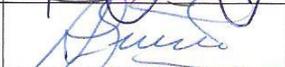
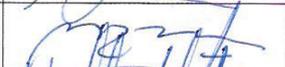
El taller se organizó en dos partes, la primera de ellas consideró dos exposiciones, a cargo de los Sres. Mauricio Ahumada y Guido Plaza, ambos investigadores del proyecto FIP 2009-31, mientras que en la segunda parte, se llevó a cabo una mesa redonda en el que se consultó directamente a los asistentes acerca de diversos temas relacionados con el estudio.

El Sr. Mauricio Ahumada en su exposición dio a conocer el marco general del proyecto y los resultados referidos a la caracterización tecnológica de la actividad pesquera, la composición y estimación de las capturas de especies de peces asociadas a la actividad de pesca de carnada para langosta, además de resultados relativos al uso de contenedores para la carnada y la disminución de las porciones, al interior de las trampas langosteras.

El Sr. Guido Plaza entregó a los asistentes los resultados relativos a aspectos reproductivos y de crecimiento de las principales especies capturadas en las islas, en particular, breca y jurel de Juan Fernández.

**TALLER TECNICO DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS
PROYECTO FIP 2009-31**

**"Alternativas de carnada en la pesquería de langosta de Juan Fernández
(*Jasus frontalis*), para disminuir el impacto sobre especies ícticas del
archipiélago"**

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
ALVARO DE CASO O.	PUCV	
RODRIGO VEGA	PUCV	
PATRICIO ARANA E.	PUCV	
AURORA GONZALEZ C.	SSP	
MARCOS ZAVANDO	FIP	
MICHAEL DEXEMOUTH	FIP	
JOSÉ SAAVEDRA T.	PUCV	
VERÓNICA MADRIGAL J.	SSP	
ALEJANDRO KROSTEGE	SSP	

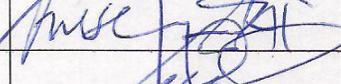
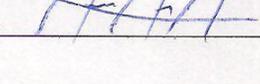
Durante el desarrollo de la mesa redonda final, los pescadores fueron consultados respecto de hipotéticas medidas que pudiesen ser consideradas para disminuir el impacto de la actividad langostera sobre las poblaciones de peces. Al respecto las impresiones de los asistentes al taller se resumen del siguiente modo:

- A raíz de una consulta de un asistente, surgió un debate acerca del porque la pesca de langosta se realiza exclusivamente con trampas, con la consiguiente necesidad de obtener carnada, en vez de autorizar el uso del buceo para la captura. Al respecto, los asistentes manifestaron que el empleo de trampas permitía la conservación de recurso y la pesca de la langosta a mayor profundidad, extendiendo de este modo en algunos meses la duración de la temporada, y minimizando además la ocurrencia de accidentes de buceo entre los pescadores.
- Los asistentes indicaron que les parecía razonable el hipotético establecimiento de una veda reproductiva para la breca durante los meses de invierno, debido a que no afectaría significativamente la actividad pesquera (concentrada entre octubre y mayo) y a que permitiría dar un grado de protección a la población de breca en los meses en que el esfuerzo de pesca ha dejado de actuar en Alejandro Selkirk y las islas Desventuradas.
- Los asistentes manifestaron como uno de los factores que consideraron importante, al efecto del buceo en la isla. En este sentido, comunicaron el deseo que se analice la posibilidad de establecer cuotas máximas de captura por especie, en particular en el caso de buzos profesionales que viajan ocasionalmente a aguas del archipiélago.
- Respecto del uso de recipientes para la carnada al interior de las trampas langosteras, los asistentes manifestaron que, si bien era una alternativa útil, el uso de chinguillos durante los primeros meses de la temporada, generaba problemas operacionales, debido a que en dicho período las trampas están caladas a menor profundidad, y por ende, expuestas a la acción de la anguila morena, la cual destruye las mallas con sus dientes.
- Los asistentes se manifestaron a favor de medidas que mantengan los métodos tradicionales de pesca artesanal en las islas, en desmedro de artes de enmalle o pesca industrial de arrastre en los alrededores, y de medidas que tiendan al control del esfuerzo pesquero (número máximo de trampas por pescador). Dada la singularidad del archipiélago, estiman necesario que se puedan dictar normas especiales de manejo, para lo cual actualmente realizan activas gestiones para la declaración de una zona marina protegida en el archipiélago.

Cabe indicar que se entregó al Sindicato STIPA JF una ficha de difusión con los principales resultados del proyecto, según lo expuesto en las presentaciones llevadas a cabo en el Taller realizado en Robinson Crusoe.

**ASISTENCIA TALLER DIFUSION DE RESULTADOS JUAN FERNÁNDEZ
 PROYECTO FIP 2009-31-PONT. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO**

"ALTERNATIVAS DE CARNADA EN LA PESQUERÍA DE LANGOSTA DE JUAN FERNANDEZ (JASUS FRONTALIS), PARA DISMINUIR EL IMPACTO SOBRE ESPECIES ÍCTICAS DEL ARCHIPIÉLAGO"

NOMBRE	FIRMA
Pedro Chomoso M.	
Luis Chomoso Rosales	
Alfonso Andar Schiller	
Waldo Chomoso Renede	
Gino López González	
Guillermo Anaya A.	
RAMO HILANOVIR	
IVAN JAVIER SILVA	
Luis María Arispe	
Marcelo Rossi E. <small>Presidente Sindicato Pescadores</small>	

Manuscrito en inglés para publicación

Se adjunta el abstract (borrador) de las publicaciones “Early life history traits of the morwong (*Nemadactylus gayi*) and the Juan Fernandez travally (*Pseudocaranx chilensis*) in the Juan Fernández Islands” y “Fishing activity in Juan Fernandez islands along lobster season 2010/2011”

TITLE: Early life history traits of the morwong (*Nemadactylus gayi*) and the Juan Fernandez travally (*Pseudocaranx chilensis*) in the Juan Fernández Islands

ABSTRACT

Aspect of reproductive biology, age and growth were studied in females of the Morwong (*Nemadactylus gayi*) and the Juan Fernandez travally (*Pseudocaranx chilensis*) in the Juan Fernández Islands from October 2010 to May 2011, using specimens associated to the Lobster fishery. Only immature females with GSI <0.5 were observed for *P. chilensis* during the entire study period, whereas both ovary weight and gonadosomatic index showed increasing values until 3% -from April to May for *N. gayi*, suggesting the highest reproductive activity of this species will occur in winter months. Mean size at maturity (L50%) (estimated only for this species) was reached at 30 cm in FL and at 4.2 years of life. Oocytes frequency distributions in almost all developmental stages were polimodal, except in hydrated ovaries where a distinctive gap between yolked oocytes was observed. These results are early evidence that this species may be a multi-spawner. Age was determined using surface reading of sagittal otoliths, and then a lineal relationship between otolith length and Fork Length (FL) in both species allowed to back-calculate previous length using the traditional Fraser-Lee method. Growth parameters derived from a von Bertalanffy model, based on back-calculated length, were estimated as Linf = 55.38 cm, K = 0.13, t0 = -1.72; and Linf = 46.65 cm, K = 0.15, t0 = -1.51 for *N. gayi* and *P. chilensis*, respectively. By studying the growth curve it was observed that a 60% of asymptotic length was reached at six and seven years, respectively.

Key words; Sagittae, otolith, Chile, Age, Growth, Size-at-maturity

TITLE: Fishing activity in Juan Fernandez Islands along lobster season 2010/2011

ABSTRACT

On February 27th 2010 major tsunami waves hit Robinson Crusoe Island, on Juan Fernandez Islands, devastating the coast line and impacting the main economic activity of the village, the artisanal lobster fishery. Months after the catastrophe, information about the new fishing lobster season was achieved between October 1th 2010 and may 14th 2011. Results show a recovery of the fishing activity, 38 boats operating and 2,080 lobster fishing or baith renewing fishing trips. Fishing data was collected by trial, an average CPUE of 1.2 lobster/trap was estimated. 19 fish species were identified as fish catches associated to a baith activity for lobster, three fish species concentrated 94% (in number) of the fish caught, 45% Juan Fernandez trevally (*Pseudocaranx chilensis*), 41% morwong (*Nemadactylus gayi*) and 8% Lowfin moray (*Gymnothorax porphyreus*), a 138,618 total catch of fish (in number) was estimated. Catches of 9,723 fish specimens were calculated, mean sizes were 27.6 cm FL (*P. chilensis*), 34 cm FL (*N. gayi*) and 75.5 cm TL (*G. porphyreus*), respectively. Male proportions for the three species were 54.5%, 57.5% and 55.1%.

Key words; Lobster, trap, Chile, baith

ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

El problema planteado en el presente proyecto, esto es, reducir el impacto de la actividad langostera sobre especies de peces del archipiélago de Juan Fernández, puede ser abordado desde diversos enfoques que conforman un amplio abanico de posibilidades. Ellos abarcan opciones que van desde un cambio tecnológico radical en la pesquería, como por ejemplo, eliminar la exclusividad del uso de trampas para capturar la especie objetivo, o por alternativas que incluyen desde el uso de cebos artificiales hasta el manejo de las poblaciones de peces asociadas a la extracción de *J. frontalis* para propender a que sus pesquerías se desarrollen sustentablemente.

Sobre la base indicada, el consultor decidió acotar su propuesta de trabajo a aquellas alternativas que no constituyeran cambios fundamentales en la operación a fin de viabilizar su empleo por los pescadores de las islas. De esta manera, el esquema de trabajo se articuló en tres ejes, el generar información de historia de vida (reproducción-crecimiento) de las principales especies de peces, la modificación de la presentación de la carnada al interior de la trampa (uso de envases y reducción de porciones) y, finalmente, la confección de una carnada alternativa a partir del empleo de materia prima local.

Capturas de peces

La información científico-técnica relativa a capturas de especies de peces en las islas es escasa, debido a que los estudios desarrollados en aguas del archipiélago no han sido llevados a cabo con periodicidad ni sistematización. En este sentido, la información disponible ha sido recolectada con dos enfoques, el primero referido a información biológico-pesquera de pesquerías de peces para consumo humano directo o comercialización, como es el caso de la pesquería de bacalao de Juan Fernández (*P. oxygeneios*) que se desarrollaba en las islas el siglo pasado (Pizarro & Yáñez, 1985), mientras que el segundo, con el fin de caracterizar las especies de peces capturadas para su uso como carnada en la captura de langosta.

Al respecto, y considerando el segundo grupo precitado, la información disponible indica que previo a la década de 1980, se utilizaba preferentemente cabezas de *P. oxygeneios* como carnada en las trampas langosteras, las cuales al inicio de dicha década

fueron sustituidas por ejemplares de breca (*N. gayi*) (Salas, 1980; Gaete, 1985). En la temporada 2005/2006 en tanto, Arana *et al.* (2006a) informan que la carnada de langosta estuvo constituida por una mezcla de pescado, destacando jurel de Juan Fernández (*P. chilensis*) y anguila morena (*G. porphyreus*), además de breca.

En este sentido, y dado que la carnada históricamente ha estado constituida por capturas de recursos ícticos locales, sus características, en cuanto a las especies empleadas, ha estado sujeta a las variaciones de su disponibilidad. Así, la declinación de la pesquería de bacalao de Juan Fernández en la década de 1980, incidió en su sustitución por breca, especie que ya a inicios de los ochenta presentaba signos de menor disponibilidad (Gaete, 1985), lo que pudo haber gatillado a su vez el uso de una mayor mezcla de especies tanto en 2005/2006 (Arana *et al.*, 2006a), como en el presente estudio.

La estimación de las capturas de peces para el periodo comprendido entre octubre de 2010 y mayo de 2011 se llevó a cabo tomando como base la captura monitoreada en salidas de pesca orientadas a la obtención de carnada, ya sea durante la revisión de trampas o en salidas de pesca realizadas específicamente para extraer especies de peces con dicho fin. Este hecho se llevó a cabo con el fin de incluir la captura de especies, generalmente pelágicas, las cuales son usadas para la captura de otros peces, ya sea pelágicos de mayor tamaño o ejemplares de especies demersales (fundamentalmente breca), la cual no habría sido registrada si sólo se hubiera tomado en cuenta el número de individuos dispuestos al interior de las trampas langosteras.

Así, la estimación se llevó a cabo considerando dos escenarios, según el número de salidas de pesca registradas en la Capitanía de Puerto de Robinson Crusoe, estimándose capturas, tanto en salidas de pesca destinadas a la revisión de trampas langosteras (donde se captura habitualmente carnada) como en orientadas *ex profeso* para la captura de peces para carnada, de 103.487 o 138.618 individuos (60,7 o 81,4 ton). En este sentido, cabe indicar que el escenario más probable corresponde a 138.618 ejemplares (81,4 ton).

Por otro lado, la estimación precitada (138.618 ejemplares, equivalentes a 81,4 ton) puede ser confrontada con el consumo total de peces (en número) al interior de trampas langosteras como carnada, equivalente a 106.338 ejemplares. Al respecto, y partiendo de la base que ambas cifras no son directamente comparables, debido a que el número de peces

usado como carnada en las trampas considera otras capturas no monitoreadas en el presente trabajo (llevadas a cabo con fines recreativos, en la pesca de cangrejo dorado, en salidas de pesca específicas para comercialización o desde tierra), y a que los 106.338 ejemplares no consideran la captura de peces pelágicos empleados como carnada para captura de especies demersales, una estimación gruesa del total capturado entre octubre de 2010 y mayo de 2011, correspondería a unos 177.000 ejemplares ~ 104 ton, dado que en el presente trabajo se estima que el 60% de lo capturado es destinado a carnada para la captura de langosta.

En este sentido, cabe indicar que a partir de la captura estimada de 138.618 ejemplares (81,4 ton), 57.366 ejemplares (37,6 ton) corresponderían a breca. Al respecto, Gaete (1985) estimó capturas de *N. gayi* entre las temporadas 1980/81 y 1982/83 de entre 137.308 y 172.751 ejemplares, valores que prácticamente triplican la presente estimación, mientras que en la temporada 1996/1997, Escuela de Ciencias del Mar (1997), basándose en formularios de desembarque, estimó una captura de 118,5 ton, de los cuales 57,3 ton correspondieron a breca.

Cabe señalar, que las especies capturadas para ser empleadas para carnada de *J. frontalis* correspondieron principalmente a tres especies, jurel de Juan Fernández (44,7%), breca (41,3%) y anguila morena (8,1%), las que en conjunto abarcaron el 94,1% de los ejemplares capturados. No obstante ello, una importante fracción de los ejemplares de jurel capturado (individuos de menor talla, denominados comúnmente “jurelillos” por los pescadores) se destina a carnada de peces demersales, principalmente breca, este hecho, junto a los aportes de captura de otras fuentes no monitoreadas ya mencionadas, determina que finalmente al interior de las trampas, las principales especies utilizadas sean breca (43,8%), jurel de Juan Fernández (32,3%) y anguila morena (15,6%).

En este sentido, la composición de especies empleada como carnada es similar a la registrada en la isla Alejandro Selkirk (Ernst *et al.*, 2010), con diferencias en los porcentajes, dado que dichos autores mencionan como principales especies capturadas a la anguila morena (31.276 ejemplares, 50,1%), al jurel de Juan Fernández (17.835 ejemplares, 28,3%) y a la breca (10.216 ejemplares, 16,4%). Al respecto, cabe indicar que globalmente, la estimación de peces empleados como carnada de langosta por parte de dichos autores, para la temporada 2008/2009 en la isla Alejandro Selkirk, fue 49 ton.

Considerando todo lo anteriormente expuesto, y si bien hay variaciones en la composición de especies usadas como carnada en la historia de la pesquería, dado que tanto el número de unidades de pescado empleados al interior de cada trampa ha permanecido relativamente estable en el tiempo (aproximadamente 2,5 unidades por trampa) (Gaete, 1985), al igual que el número de viajes de pesca, el incremento en el número de trampas por embarcación (Arana *et al.*, 2006b), favorecido por cambios tecnológicos como la introducción del virador o chigre de trampas langosteras, probablemente es el factor que incide de mayor modo en el monto de las capturas de especies ícticas. En este sentido, la inexistencia de restricciones de esfuerzo en la pesca de *J. frontalis* (número máximo de trampas por pescador), así como las variaciones observadas en la flota con posterioridad al maremoto de 2010 (introducción de botes de fibra de vidrio y mayor potencia de motores), abre interrogantes respecto al impacto sobre la biomasa íctica en el archipiélago.

En este contexto, resulta destacable la buena acogida por parte de los propios pescadores, respecto de establecer medidas de manejo orientadas a las poblaciones de peces, en particular la breca, considerada por los usuarios como la mejor carnada para la pesca de langosta de Juan Fernández.

Tallas

Las especies mayormente representadas en los muestreos de talla fueron jurel de Juan Fernández (*P. chilensis*) y breca (*N. gayi*), en tanto la anguila morena (*G. porphyreus*) fue la tercera especie en orden de importancia relativa en número, seguida de graniento (*C. longimanus*) y jerguilla de Juan Fernández (*G. albostrigata*). Otras 13 especies de peces también fueron capturadas, pero el tamaño de muestra fue bajo (<60 ejemplares) para permitir un análisis apropiado.

Tanto las distribuciones de frecuencias de tallas de *N. gayi* como de *P. chilensis* presentaron diferencias significativas entre períodos. No obstante lo anterior, el rango de tallas observadas en los diferentes meses de muestreo se mantuvo, cambiando sólo la proporción de ejemplares a la talla, lo que podría relacionarse con cambios estacionales de comportamiento y distribución de cada especie. Del mismo modo, se observaron diferencias en las frecuencias de tallas mensuales por sexo tanto en *N. gayi* como en *P. chilensis*. Por

su parte, en el caso de la anguila morena no se observó diferencias en las distribuciones de frecuencias de tallas entre períodos, mientras que por sexo no fue posible analizar debido al bajo tamaño muestral.

Al respecto, cabe señalar que la talla modal de la breca en el presente estudio fue de 30 cm. Este dato puede ser contrastado con información publicada, resultando menor a los 41 cm reportados para el periodo enero-marzo de 1981 (Gaete, 1985).

En cuanto a la proporción sexual, las tres especies principales indicaron proporciones de machos equivalentes a aproximadamente el 55% del total. Aunque parecen existir diferencias mensuales de este indicador, los resultados deben interpretarse con precaución debido a la diferencia en el tamaño muestral considerado en cada período. En el caso de *N. gayi* y *P. chilensis*, la proporción sexual de machos varió aproximadamente entre 50 y 66% entre octubre de 2010 y abril de 2011, respectivamente. En mayo de 2011 la proporción de machos se redujo considerablemente en ambos casos. Del mismo modo, se determinó una relación inversa entre el predominio de la fracción de machos y la longitud, siendo las hembras quienes representaron una mayor proporción en los ejemplares de mayor talla.

Aspectos reproductivos

Un rasgo distintivo del presente estudio fue la ausencia de hembras maduras en el jurel de Juan Fernández (*P. chilensis*), durante los ocho meses de monitoreo de la condición gonadal, característica que impidió la estimación de la talla media de madurez sexual para este especie. Al menos tres inferencias pueden efectuarse a partir de este hallazgo, e.g., (i) el periodo reproductivo de esta especie podría estar restringido mayormente a los meses de invierno, periodo que no fue cubierto por el presente estudio; y/o (ii) los ejemplares recolectados corresponden a individuos que aún no han iniciado su proceso de maduración sexual, y (iii) por causas desconocidas.

La primera inferencia difiere de la mayoría de los estudios que en general establecen que la época de desove en carángidos es extensa, ocurriendo fundamentalmente en primavera y verano (Sudekum *et al.*, 1991; Clarke & Privitera 1995; Viette *et al.*, 1997), aunque algunos estudios también han demostrado que la época de desove en otras épocas

del año (Costa 2009; Guirao *et al.*, 2005; Pinheiro *et al.*, 2011). En algunas áreas del hemisferio norte por ejemplo la época de desove de *Trachurus trachurus* se concentra principalmente en invierno y primavera, mientras la misma especie puede desovar entre verano y otoño (Abaunza *et al.*, 2008; Costa 2009). Por consiguiente, es recomendable extender el monitoreo del IGS hacia los meses de invierno para contrastar esta inferencia.

La segunda inferencia no puede ser abordada fehacientemente sin conocer la talla media de madurez para esta especie. No obstante, es importante subrayar que el rango de longitud (20-46 cm) de los ejemplares recolectados cayeron dentro del rango de talla media de madurez sexual para varias poblaciones de carángidos (17-60 cm; Sudekum *et al.*, 1991; Clarke & Privitera 1995; Karlou-Riga & Economidi 1996; Viette *et al.*, 1997; Guirao *et al.*, 2005; Albaunza *et al.*, 2008; Costa 2009; Cubillos & Alarcón 2010; Pinheiro *et al.*, 2011). Adicionalmente, se suma el hecho de que el rango de talla se mantuvo relativamente constante durante el periodo de estudio. Más aún, se debe subrayar que los ejemplares recolectados tuvieron edades de entre 2 y 9 años, lo que permite inferir la muestra recolectada estuvo compuesta tanto de ejemplares potencialmente juveniles como de adultos. Por consiguiente, otras causas independientes de las dos inferencias discutidas no pueden ser descartadas como una eventual migración reproductiva hacia áreas no cubiertas por la actividad extractiva de la langosta.

A diferencia del jurel de Juan Fernández (*P. chilensis*), la breca (*N. gayi*) presentó actividad reproductiva en abril y mayo donde el desarrollo gonadal alcanzó aproximadamente entre 1,5 y 2,5% del peso corporal. Estos resultados demuestran que esta especie ha comenzado su época de desove, la que podría extenderse hacia los meses de invierno, tal como se ha demostrado en varias especies de la familia Cheilodactylidae (Coulson *et al.*, 2010) y donde se espera que tanto el peso de la gónada como el índice gonadosomático alcancen los valores máximos. La sincronía del desove con la época de invierno puede ser una respuesta adaptativa de esta especie para que las larvas eclosionen y se desarrollen en un periodo con mayor disponibilidad de alimento, que en los ecosistemas de montes submarinos puede ser crítico, donde la productividad primaria puede depender de los nutrientes provistos por upwelling, eddies y/o lluvia en los sectores terrestres asociados (Pizarro *et al.*, 2006; Yáñez *et al.*, 2009).

La talla media de madurez sexual para la breca (*N. gayi*) se estimó en aproximadamente 30 cm de LH y 4 años de edad. Aunque no hay estudios similares en esta especie para efectuar comparaciones consistentes, los valores tanto de la TMM como la edad estimadas caen dentro del rango de madurez media reportado para otras especies de la familia Cheilodactylidae (Stewart & Hughes 2009; Tabla 54). Comparando la talla media de madurez sexual con la distribución de frecuencia de los especímenes capturados, se desprende que cerca del 70% de las hembras estuvieron sobre el L50, lo cual es un aspecto positivo de sustentabilidad.

Debido a que no se pudo cerrar el ciclo reproductivo de la breca no se pudo lograr una completa descripción de su desarrollo ovárico tanto a nivel macro como microscópico. No obstante algunas inferencias pueden efectuarse a la luz de los hallazgos encontrados, de la distribución de frecuencia de tamaño de los ovocitos intra-ováricos. En todos los estados de desarrollo, excepto en un ovario hidratado encontrado, existió una aparente superposición de ovocitos en distintos estados de desarrollo. Esta característica es contraria a lo descrito para desovadores parciales con desarrollo ovárico sincrónico por grupo, donde se espera que exista una separación entre ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos (Kjesbu *et al.*, 1990; Horwood & Walker, 1990; Ganas *et al.*, 2003). Por consiguiente, es razonable inferir que esta especie es un desovador parcial que presenta un desarrollo ovárico asincrónico. La ausencia de hembras con folículos post-ovulatorios puede explicarse debido a que las hembras recolectadas en abril y mayo, estarían iniciando su época reproductiva.

Edad y Crecimiento

Uno de los rasgos distintivos del presente estudio fue la delgadez de los otolitos sagitales de ambas especies, los que aparecen visualmente mayoritariamente hialinos. No obstante, fue posible identificar marcas concéntricas más regulares que pudieron ser identificadas como potenciales anulos bajo lectura superficial. Se debe destacar sin embargo, que sin tener una validación de estas marcas las estimaciones son asumidas como anuales. El mayor grado de incertidumbre ocurrió en los otolitos de jurel, donde se apreció una mayor cantidad de anillos falsos, perturbaciones del crecimiento y discontinuidades que hicieron difícil la interpretación. Este rasgo ha sido también descrito en otras especies de carángidos, incluso en el jurel continental *Trachurus murphyi* (Farmer *et al.*, 2004; FIP 95-10). Aunque en la breca (*N. gayi*) la interpretación de los potenciales

anulos fue más evidente, se recomienda un estudio adicional para comparar las lecturas superficiales con lecturas derivadas de secciones transversales de los otolitos sagitales.

Tanto en el jurel como en la breca la relación entre el radio del otolito y la longitud de los ejemplares fue lineal, lo que permitió el uso del retro-cálculo. No obstante, la bondad de ajuste fue menor que cuando se utilizó la longitud del otolito. Esta situación puede ser explicada debido a que el núcleo del otolito (punto de inicio para medir el radio) no siempre es identificado con precisión. Por consiguiente, en ambas especies se recomienda usar la longitud máxima del otolito para estimar el intercepto, parámetro empleado por el método Fraser-Lee utilizado en el presente estudio. Dicho método ha sido utilizado ampliamente en retro-cálculo de longitudes en una gran variedad de especies, y es considerado un método apropiado como punto de partida cuando la información es insuficiente para utilizar métodos más avanzados (Franciss 1990; Campana 1990; Vigliola *et al.*, 2000). Por consiguiente, se considera que las estimaciones de los parámetros de crecimiento utilizando este procedimiento, es mucho más confiable que el ajuste del modelo von Bertalanffy a la relación edad a la captura y la longitud de horquilla, donde se apreció una notoria sobre-estimación de la longitud asintótica, debido a que el rango de longitud del pez para el ajuste no estuvo bien representado.

Los miembros de la familia Cheilodactylidae exhiben una gran variedad de historias de vida, con longevidades que van de entre los 15 a los 97 años de edad (Ewing *et al.*, 2007). Los parámetros derivados del ajuste de modelos VB también han evidenciado gran variabilidad con valores que pueden ir entre 37 y 60 cm LH para la longitud asintótica y coeficientes de crecimiento (K) de entre 0,1 a 0,43 (Stewart & Hughes 2009; Edwing *et al.*, 2007; Tabla 54). En el presente estudio, la edad máxima encontrada fue de 14 años, con un longitud asintótica de 55 cm y un "K" de 0,1, valores que tienden a caer en el límite inferior de lo que se ha reportado hasta la fecha, por lo que se deduce que esta especie posee un crecimiento moderado alcanzando aproximadamente un 60% de su longitud asintótica en los primeros 6 años de vida.

En el caso del jurel de Juan Fernández el rango de edad en el presente estudio fluctuó entre 2 y 9 años y el modelo de von Bertalanffy estimó una longitud asintótica de 55 cm LH y un coeficiente de crecimiento $K=0,13$. Aunque no hay estudios sobre edad y crecimiento de *N. chilensis* que permita efectuar un análisis comparativo, es necesario

destacar que el valor de ambos parámetros caen en el rango de lo publicado para otras especies de carángidos (Sudekum *et al.*, 1991; Kawamoto, 1973; Humphreys, 1986; Chiou & Chen, 1993; Iwasaki & Harada, 1995; Tabla 54). En el caso del presente estudio, *P. chilensis* alcanzó el 60% de su longitud asintótica durante sus primeros 7 años de vida. Estos resultados son útiles también para sugerir que los ejemplares recolectados no correspondían sólo a la fracción juvenil de la población, respaldando la hipótesis que la ausencia de jureles maduros podría ser producto de migración reproductiva y/o causa desconocida.

Tabla 54

Resumen de trabajos publicados en crecimiento y reproducción de las familias Carangidae y Cheilodactylidae; K: Coeficiente de crecimiento; L: Longitud asintótica derivada de un modelo VF; I= invierno; P=primavera; V=verano; O=otoño. SL: Longitud estándar, en el resto corresponde a Longitud de Horquilla. Celdas vacías denotan ausencia de información.

F	Fuente	Especie	K	L [∞]	T0	L50% (cm)	E50%	Desove	Estación
Carangidae	Costa (2009)	<i>Trachurus trachurus</i>				16,5-17		Ene-Jun	I-P
	Abaunza <i>et al.</i> (2008)	<i>Trachurus trachurus</i>				17-20			
	Karlou-Riga & Economidi (1996)	<i>Trachurus trachurus</i>				22	2-3		
	Cubillos & Alarcón (2010)	<i>Trachurus Murphy</i>				25,2			
	Webb & Grant (1979)	<i>Trachurus Murphy</i>	0,23	49,3					
	Guirao <i>et al.</i> (2005)	<i>Pseudocaranx dentex</i>						Jun-Oct	V-O
	Pinheiro <i>et al.</i> (2011)	<i>Elagatis bipinnulata</i>	0,21	93	0,04	64,6		Ene-May	V-O
	Sudekum <i>et al.</i> (1991)	<i>Caranx melampygus</i>	0,23	89,7	0,04	35 SL	2	Abr-Nov	P-V
	Sudekum <i>et al.</i> (1991)	<i>Caranx ignobilis</i>	0,11	184	0,097	60 SL	4	Feb-Sep	P-V
	Clarke & Privitera 1995	<i>Decapterus macarellus</i>				24,5 SL		Abr-Ago	P-V
Viette <i>et al.</i> (1997)	<i>Trachurus mediterraneus</i>				16	2	May-Ago	P-V	
Espino-Barr <i>et al.</i> (2008)	<i>Caranx caninus</i>	0,21	83	-0,28			Nov-May	O-I	
Cheilodactylidae	Stewart & Hughes (2009)	<i>Nemadactylus douglasii</i>	0,32	38	-0,34	24	3	May-Jul	O-I
	Stewart & Hughes (2009)	<i>Nemadactylus valenciennesi</i>	0,29	59,9	0,36	60	8		
	Stewart & Hughes (2009)	<i>Nemadactylus macropterus</i>	0,33	38,4	0,33	25	3		
	Stewart & Hughes (2009)	<i>Cheilodactylus fuscus</i>	0,22	37,6	-3,6				
	Stewart & Hughes (2009)	<i>Cheilodactylus spectabilis</i>				32,4	4-5		
	Samane <i>et al.</i> (1995).	<i>Cheilodactylus variegatus</i>				20,5		May-Jul	O-I

Alternativas de carnada

Se exploró el empleo de un recipiente para la carnada al interior de las trampas langosteras y la reducción de sus porciones al interior de los aparejos. Los resultados, mediante ANDEVA, indicaron que el disminuir las porciones implica que las capturas totales no fueron significativamente distintas a las obtenidas mediante porciones estándar. Igualmente, el uso de una protección, no altera la captura total, excepto con una combinación 25% de carnada y recipiente de paños de red, dado el efecto interacción al 10% de significancia. Así, los resultados indican que es posible reducir el uso de pescado al interior de cada trampa, incluso simplemente disminuyendo la porción de carnada.

En este sentido, a partir del taller de difusión de resultados realizado en Juan Fernández, la experiencia de los pescadores indica que es necesario aclarar el efecto de la acción predadores como la anguila morena, especialmente a profundidades someras, sobre los recipientes semirrígidos (de paños de red), antes de recomendar su uso en la pesquería, el empleo de contenedores rígidos plásticos puede constituir al respecto una buena alternativa.

A partir de los antecedentes disponibles respecto de la utilización de carnadas para la captura de langostas a nivel mundial, éstos indican que en general es común el empleo de especies de peces, ya sea frescos o congelados, usualmente trozados, generalmente cupleidos, es decir, peces de carnes grasas, tales como arenque, sardina o caballa (Chanes-Miranda & Viana, 2000; Loewenthal *et al.*, 2000; Steinback, *et al.* 2008), no excluyéndose sin embargo el uso de especies magras como merluza (Loewenthal *et al.*, 2000) o incluso mitílidos.

Lo indicado precedentemente, concuerda con los antecedentes recabados respecto del comportamiento alimentario de especies de langosta, los que indican que éstas son omnívoras consumiendo un amplio espectro de presas, incluyendo carroña. Del mismo modo, Muñoz (2009) reportó que ejemplares de *Jasus frontalis*, en experiencias de laboratorio, tampoco manifestaron grandes diferencias de atracción respecto de carnadas de pescado graso o magro.

En este sentido, cabe hacer notar que la elección de una cierta carnada por parte de los pescadores no obedece sólo a criterios de grados de atracción de los ejemplares por un cierto tipo de cebo, sino que toma en consideración elementos como disponibilidad, costo y fácil manejo.

Con relación a experiencias de desarrollo de carnadas artificiales, si bien existen experiencias en este sentido y productos actualmente comercializados en el mercado, a la fecha no se ha logrado generar un cebo que tenga resultados completamente satisfactorios para las operaciones de pesca. Esto ha sido motivado por razones como costo, menor poder attractante, problemas de manipulación e higiene en embarcaciones artesanales, dificultades de almacenamiento o incluso, prohibiciones respecto de determinados productos (Chanes-Miranda & Viana, 2000, Ver Anexo 3).

Dado que no existe un gran número de publicaciones científico-técnicas que aborden el tema, a partir de la revisión bibliográfica se obtuvieron sólo los factores comúnmente usados en la elaboración de piensos en sus formatos secos, semihúmedos y húmedos, con fines eminentemente nutricionales y estructurales. Conforme a ello, la selección de factores a emplear tomó igualmente en cuenta que el producto busca satisfacer las necesidades de operaciones que se desarrollan de manera precaria, en un lugar aislado, como es la pesca artesanal en Juan Fernández.

Con relación a las ventajas y desventajas de la carnada tipo embutido, considerando los antecedentes recopilados en la literatura, y según la metodología planteada, se eligió el formato de embutido por sobre las opciones de pellets y ensilado dada la ponderación de los atributos deseables de una carnada:

1. Evitar productos/formatos prohibidos.
2. Económicas (en especial evitando procesos de alta complejidad tal como el pellet).
3. Formulación (Conteniendo elementos attractantes, baja actividad microbiana y conservación superior, al tiempo de menor capacidad de dilución en agua).
4. Configuración (cobertura aglutinante, facilidad de almacenamiento, facilidad de manejo en embarcación y racionalización del recurso).
5. Operativas (Disposición en trampa y disminución de los tiempos de reposo).

A partir de los criterios indicados, se optó por un cebo del tipo embutido, dadas las facilidades operacionales respecto de las otras dos principales opciones. Se estimó que permite superar incluso a la carnada fresca, dado que no presenta altos crecimientos microbianos (comparte esa cualidad con los pellets), no presenta desarrollo de patógenos, su condición sanitaria es casi autosustentable, al tiempo que efectivamente representa un real efecto racionalizador para los recursos ícticos de la isla.

En este sentido, la condición de los ingredientes utilizados para la formulación de carnadas corresponden a un conjunto de aditivos ampliamente utilizados en alimentación animal los cuales fueron validados con la literatura recopilada, los que poseen objetivos estructurales, así como también, contribuyen al poder de atracción sobre la presa. Desde el punto de vista estructural destacan ingredientes como el gluten y harina de trigo, gelatina y carboximetilcelulosa. En este sentido, la condición funcional que poseen estos ingredientes como el gluten de trigo, aglutinante natural que contribuye a la hidroestabilidad de la carnada (Bortone, 2002), en tanto la gelatina imparte características estructurales dada su capacidad gelificante y aglutinante (Fennema, 2000). Así mismo, la carboximetilcelulosa aumenta la viscosidad y además puede ser usada como ligante, estabilizante, filmógeno y homogenizante (Amo, 1980). Finalmente, la harina de trigo contribuye a la estabilidad mecánica de las formulaciones, y puede representar entre un 15 a un 70% del total de la formulación (Bortone, 2002), por otro lado, las harinas de pescado aportan un alto contenido proteico, mejorando el poder de atracción (Mackie *et al.*, 1980).

Al respecto, la opción del Pellet involucraba la etapa operacional de extrusión lo que hacía impracticable la transferencia del método ajustado a los pobladores de la isla dados los altísimos costos de implementar dicho equipamiento en destino, al tiempo del costo en infraestructura que escapa a los alcances del presente proyecto. Por otro lado, la opción de Ensilado planteaba un tema sanitario complejo de abordar, dado el proceso fermentativo implicado, el tipo de crecimiento bacteriano, su control y la eventual contaminación cruzada que provocaría esta fuente microbiana. Asimismo, este proceso requeriría una etapa de estabilización posterior (en general deshidratación o extrusión) que nuevamente generaría un costo en infraestructura difícil de solventar. Estas condiciones se contraponían claramente a las condiciones planteadas por Chanes-Miranda & Viana (2000) y Copes *et al.* (2006).

Conforme a ello, la elección del formato embutido, llevada a cabo en la presente investigación, contempla elementos concordantes con las investigación presentada por Chanes-Miranda & Viana (2000) respecto de una carnada artificial usando subproductos de atún preservados; y también en forma parcial a las propuestas de Collazo (1981), Pollock (1982), Burns & Avault (1985), Cange *et al.* (1986) y Mortensen *et al.* (2004), esto es cebos experimentales formulados con granos de cereales y leguminosas, adicionados con harinas de pescado u otra fuentes de proteínas.

Respecto de las pruebas *in situ* para validación de la carnada alternativa, el conjunto de las problemáticas asociadas, en términos estadísticos y considerando criterio de expertos, están asociados a la confrontación de dos poblaciones muestrales que difieren radicalmente en su variabilidad. En este sentido, el patrón de variabilidad detectado en las experiencias *in vitro*, no se replicó *in situ*, asociado probablemente a las diferencias del tamaño de poblaciones experimentales, claramente diferentes, al tiempo que no se detectó el umbral de dosificación del cebo a partir del cual el poder attractante fue más o menos significativo.

Asimismo, se puede indicar que las condiciones *in situ* sumaron elementos de ruido estadístico difíciles de identificar y filtrar, en especial factores como la temperatura del agua según reportan los estudios de Collazo (1981), Pollock (1982), Burns & Avault (1985) y Cange *et al.* (1986); la profundidad a la cual se realizaron las pruebas, las dosis de cebo aplicado y en especial el desconocimiento de los factores de difusión y comportamiento del film protector del cebo (tripa de celulosa) en las condiciones reales de las pruebas. La obtención de registros reales (filmaciones) de las pruebas *in situ*, en futuras investigaciones podrían facilitar el análisis y la posterior obtención de conclusiones

En el mismo sentido de argumentación, se pueden indicar algunas preguntas detectadas en el presente trabajo, factibles de incluirse en futuras investigaciones. Así, el contexto principal que se ha detectado a la luz de los resultados obtenidos, permiten indicar que el fenómeno de difusión del film protector (tripa de celulosa) se debería abordar considerando en especial el modelo de transferencia difusional.

Al respecto, es importante investigar la composición y espesor de los materiales que podrían conformar un nuevo film a utilizar. En este sentido, la tripa de celulosa usada corresponde a una capa mono-material, de la cual se desconocen sus coeficientes de difusión en el ambiente marino.

En conjunto a esta situación, sería relevante estudiar y modelar el tipo y velocidad de difusión molecular en agua salada, considerando los niveles de profundidad y temperatura del agua, es decir si los posibles modelos incluirían un sistema de transferencia de masa y/o calor como Fick y/o Fourier. Este punto resulta relevante en el sentido si sería necesario desarrollar/diseñar polímeros multicapas (materiales) *ad hoc* para este tipo de aplicaciones, evaluando los tipos de materiales de forma de maximizar la difusión de compuestos de degradación de proteínas y a la vez protegiendo la estructura del cebo de forma de poder reutilizarlo un mínimo de tiempo.

CONCLUSIONES

-Las embarcaciones de pesca presentaron en promedio 13,6 aparejos de pesca por nave, en tanto los aparejos de pesca más comúnmente empleados fueron espineles verticales y líneas de mano (en el 84% de las naves encuestadas). Los espineles verticales alcanzaron en promedio 6,7 unidades por bote, las líneas de mano y líneas de mano remolcadas, alcanzaron promedios de 4,2 y 1,8 unidades por bote, respectivamente.

-El 35% del total de los aparejos y el 64,7% de los anzuelos de la muestra estuvo destinado a capturar breca (*Nemadactylus gayi*). El 23% de los aparejos y el 1,9% de los anzuelos a capturar jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*).

-Se caracterizó el espinel vertical, uno de los principales aparejos de pesca, como un sistema compuesto por una línea madre de Polipropileno (PP), generalmente reforzada, con reinales de Poliamida (PA) monofilamento de entre 10 y 40 cm de longitud, provisto de un peso en su extremo, y flotador de señalización. Su número de anzuelos fue como máximo 30, con numeraciones (Mustad) 8 a 10 en el caso de la captura de breca.

- Para capturar breca se utilizaron líneas de mano de Polipropileno (PP) de 3 mm de diámetro en el orinque y monofilamento de Poliamida (PA) de 1,2 mm de diámetro promedio en la línea madre, con una plomada en el extremo y numeraciones de anzuelo 8 y 9 (Mustad).

- Para capturar jurel de Juan Fernández, se utilizaron líneas monofilamento de Poliamida (PA), con diámetros de entre 0,4 y 0,9 mm y anzuelos con numeración entre 10 y 12 (Mustad).

-Las operaciones de pesca de carnada para langosta se realizaron generalmente durante la misma salida de revisión de trampas de *J. frontalis* u, ocasionalmente, en salidas específicas para captura de carnada. En el primer caso, el proceso dura entre 10 y 15 hrs., comenzando a partir de las 06:30 hrs.

-Las principales especies demersales capturadas fueron la breca y la anguila morena. La captura de breca se realizó en fondos entre 5,5 y 149,4 m de profundidad (99,4 m promedio), y la anguila morena entre los 6 y 53 m (20 m en promedio).

- La principal especie pelágica capturada fue el jurel de Juan Fernández, sus capturas se realizaron sobre fondos entre 4,5 y 120,0 m (25,6 m promedio).

-En la Capitanía de Puerto de Robinson Crusoe se registraron 2.586 zarpes de pesca, 1.068 (41,3%) identificados para revisión de trampas langosteras y 485 (18,8%) para carnada. A 777 salidas (30%) no se les identificó su objetivo, y 81 se orientaron a otras tareas.

-A partir de 1.077 lances monitoreados, 607 (56%) se realizaron con espineles verticales de fondo y 238 con líneas de mano no remolcadas (22%). La breca se capturó en 653 lances, principalmente con espinel de fondo vertical (526 lances, 81%), el jurel de Juan Fernández en 179 lances, en su mayoría empleando línea de mano no remolcada (142, 79%), la anguila morena se capturó prácticamente en su totalidad (77 lances) con trampas.

-En salidas para revisión de trampas o para obtener carnada, se capturó 19 especies de peces, equivalentes a una captura de 10.463 unidades, de dicho total, tres especies representaron el 94% del total en número. La captura de breca fue de 4.330 ejemplares (41%), la de jurel de Juan Fernández fue 4.676 ejemplares (45%) y la de anguila morena, 849 (8%).

- La estructura de tallas de la captura se determinó a partir de una muestra de 9.723 ejemplares. La longitud horquilla (LH) de breca varió entre 17 y 58 cm (34,0 cm en promedio), en el jurel de Juan Fernández entre 11 y 62 cm (27,6 cm en promedio). La longitud total de la anguila morena varió entre 50 y 145 cm (75,5 cm promedio),

-Se establecieron diferencias significativas en las estructuras mensuales de talla de *N. gayi* y *P. chilensis* (valor- $p < 0,05$), en tanto los porcentajes de machos fueron 57,5%, y 54,5% en *N. gayi* y *P. chilensis*, en tanto que en la anguila morena fue 55,1%.

-A partir de dos escenarios de número de salidas de pesca, se estimó la captura total para el período en 103.497 y 138.618 ejemplares de peces, respectivamente. Según destino, se estimó que el 25% de los ejemplares fue destinado a carnada de peces, 60% a carnada de langostas, 10% a consumo y 5% a venta.

-Agrupando las especies capturadas, el 50% de los pelágicos se destinó a carnada de peces y el 46% a carnada de langosta, en el caso de los demersales, el 2% a carnada de peces y el 73% a carnada de langosta.

-El monitoreo de la revisión de 2.821 trampas langosteras entre octubre de 2010 y mayo de 2011, indicó la captura de 40.776 ejemplares de langostas. 3.499 ejemplares (9%) fueron comerciales y 37.277 ejemplares (91%) no comerciales, equivalente a 1,2 langostas comerciales por trampa,

-El número de ejemplares de peces dispuestos directamente como carnada al interior de las trampas, fue de 2,7 ejemplares por trampa.

-Se estimó en 38.225 el número de trampas caladas para el periodo monitoreado, a partir de dicho valor, se estima en 172.337 el número de ejemplares de peces dispuestos directamente como carnada al interior de las trampas langosteras.

-Para la breca, se estimó una talla media de madurez sexual ($TMS_{50\%}$) en 29,58 cm (LH). La curva de crecimiento estimada ($L_{\infty}=55,4$ cm, $K=0,13$, $t_0=-1,72$) mediante análisis de otolitos, indica que dicha talla es alcanzada a los 4,2 años de edad.

-El jurel de Juan Fernández evidenció escaso desarrollo gonadal durante el periodo analizado, identificándose sólo hembras inmaduras. Su curva de crecimiento presentó los siguientes parámetros: $L_{\infty}=46,65$ cm, $K=0,15$, $t_0=-1,51$.

-Durante el periodo de estudio la breca mostró desarrollo gonadal principalmente a partir de abril alcanzando en mayo un grado de madurez avanzada, lo que sugiere que esta especie completa su periodo de desove en invierno

-El rasgo polimodal de las distribuciones de frecuencia de diámetro de los ovocitos es indicador preliminar que la Breca es un desovador parcial.

-La talla media de madurez sexual para las hembras analizadas se estimó en 29,8 cm LH, mientras que un estimado de la edad media de madurez a los 4,2 años pudo ser estimada invirtiendo el modelo de von Bertalanffy.

-El jurel de Juan Fernández evidenció un escaso desarrollo gonadal durante los 9 meses que duró el proyecto, con predominio de hembras inmaduras, en reposo y sólo en algunos casos con presencia de ovocitos pre-vitelogénicos. Al menos tres inferencias pueden efectuarse a partir de este hallazgo: (i) el periodo reproductivo de esta especie podría estar restringido mayormente a los meses de invierno, periodo que no fue cubierto por el presente estudio; y/o (ii) los ejemplares recolectados corresponden a individuos que aún no han iniciado su proceso de maduración sexual, y (iii) por causas desconocidas.

-Los ejemplares utilizados para la caracterización de historia de vida tuvieron edades de entre 2 y 12 años para un rango de entre 22 y 47 cm de Longitud de Horquilla para *N. gayi* y entre 2 y 9 años para un rango de entre 21 y 39 cm LH para *P. chilensis*.

-En ambas especies la relación longitud del pez y tamaño del otolito fue significativamente descrita por un modelo lineal, permitiendo el uso de retro-cálculo.

-La relación edad-talla se ajustó significativamente a un modelo VF aunque con bondades de ajustes menores que utilizando las longitudes retro-calculadas.

-En el presente estudio, la edad máxima estimada para breca fue de 14 años, con una longitud asintótica de 55 cm y un "K" de 0,1; por lo que se deduce que esta especie posee un crecimiento moderado alcanzando aproximadamente un 60% de su longitud asintótica en los primeros 6 años de vida.

-En el caso del Jurel de Juan Fernández el modelo de von Bertalanffy estimó una longitud asintótica de 55 cm LH y un coeficiente de crecimiento $K=0,13$; demostrando que esta especie fue capaz de alcanzar el 60% de su longitud asintótica durante sus primeros 7 años de vida.

-Los resultados indicaron mediante ANDEVA, que en general, no hubo diferencia significativa entre las combinaciones (valor $p>0,05$), sino sólo significancia del efecto interacción entre el uso de malla anchovetera y el tamaño de porción de la carnada a un nivel del 10%.

-Los antecedentes obtenidos a partir del análisis bibliográfico indican que las especies de langosta son omnívoras, lo cual se refleja en los distintos tipos de carnada utilizados en distintas pesquerías.

-Las carnadas utilizadas en la pesca de distintas especies de langostas corresponden generalmente a especies ícticas, frescas o trozadas, destacando el uso de especies de cupleidos tales como sardinas o arenque, entre otras.

-Se identificaron factores para la formulación de la carnada alternativa, consistentes en atractantes, pescado, y elementos que imparten textura como CMC, Gluten y Gelatina.

-Los resultados obtenidos a la fecha en la formulación de una carnada alternativa, se determinó un tipo de empaçado consistente en una tripa de celulosa.

-En la formulación de una carnada alternativa, las pruebas en un sistema de agua de mar controlado indican que la fuerza necesaria para deformar la formulación aumentó entre el día cero y tres y disminuyó entre el tres y el cinco.

- Se requiere investigar y agotar el tipo y composición de materiales de protección a utilizar en el embutido de los cebos dado que los materiales disponibles para este fin no poseen la especificidad de un diseño adecuado para ser usados en agua salada y profundidad.

- Para avanzar en el desarrollo de una carnada eficiente, es necesario avanzar en dar respuestas a las siguientes preguntas de investigación: ¿es posible desarrollar/diseñar polímeros *ad hoc*?, ¿Que propiedades difusionales debe poseer dicho material?, ¿Qué modelo difusional explica el fenómeno abordado?, ¿Cuál es el efecto de la profundidad, niveles y calidad salina del agua sobre dichos polímeros?.

- Respecto de la dosis de cebo a utilizar en una carnada alternativa, es importante evaluar el efecto de la dosis de cebo a embutir y la interacción de dicho efecto respecto del ítem cobertura de profilaxis, dado que dicha interacción formara parte del modelo difusional del fenómeno.

-Un mayor conocimiento específico respecto del recurso y sus ciclos biológicos, en particular respecto de sus hábitos de alimentación y sus factores involucrados resultan cruciales para re-definir el modelo difusional ya comentado.

-En el Taller realizado en Juan Fernández el 15 de julio, los asistentes manifestaron limitaciones ante el uso de recipientes contruidos con paños de red en las trampas caladas a menor profundidad (al inicio de la temporada), dada la acción de predadores (anguila morena) sobre el recipiente. Igualmente, manifestaron aprehensiones respecto de la pesca mediante buceo, en particular de buzos profesionales; no se indicaron objeciones al hipotético establecimiento de una veda reproductiva para la breca durante los meses de invierno, se manifestaron partidarios de medidas que limiten el número de trampas langosteras, y a favor del uso exclusivo de métodos tradicionales de pesca artesanal de las islas, además de regulaciones específicas para el archipiélago y sus aguas circundantes, en el marco de algún tipo de área protegida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaunza P., LS. Gordo, M.T. García-Santamaría, SA. Iversen, AG. Murta & E. Gallo. 2008.** Life history parameters as basis for the initial recognition of stock management units in horse mackerel (*Trachurus trachurus*): Fish. Res. 89: 167-180.
- Ache, B.W., B.R. Johnson & E. Clark. 1978.** Chemical Attractants of the Florida Spiny Lobsters, *Panidirus argus*. Florida Sea Grant College, Tech Pap No.10, p 28.
- Adler, H., M. Margoshes, L. Snyder & C. Spitzer. 1977.** Rapid chromatographic methods to determinate polyamines in urine and whole blood. Journal of Chromatography. 143: 125-136.
- Amo, A. 1980.** Industria de la carne: Salazones y chacinería, Editorial aedos, Barcelona, España. 304 pp.
- Amir, S. & Z. Raanan. 1988.** Rapid identification of reproductive state and the receptive period of females in pond populations of *Macrobrachium resenberghii*. A new technique. Aquaculture. 48: 361-267.
- Arana, P. 1983.** Estado en que se encuentra la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). En: "Análisis de Pesquerías Chilenas". P. Arana, (ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 77-111.
- Arana, P. 2000.** Experiencias de pesca con red de enmalle en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 28: 231-237.
- Arana, P. & S. Ziller. 1985.** Antecedentes generales sobre la actividad pesquera realizada en el Archipiélago de Juan Fernández. En: P. Arana (ed.). "Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández". Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 125-132.
- Arana, P. & R. Vega. 2000.** Pesca exploratoria con espineles en aguas profundas en torno a la isla Robinson Crusoe (Archipiélago de Juan Fernández), Chile. Invest. Mar. 28: 219-230.
- Arana, P., S. Palma, A. Guerrero, M. Ahumada & A. Jofré. 2006a.** 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.
- Arana, P., M. Ahumada, A. Guerrero, V. Espejo, C. Silva, B. Ernst & J.M. Orensanz. 2006b.** 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.
- Arancibia, S. & J. Mena. 2005.** Matemáticas para Ingeniería: Cálculo I, reales, funciones, límites, cálculo diferencial, Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. Chile. 393p

- Atema, J. & D. Cowan. 1986.** Sex-identification urine and molt signals in lobster (*Homarus americanus*). *Journal of Chemical Ecology*.12 (11): 2065-2080.
- Atema, J. & R. Voigt. 1995.** Behaviour and sensory biology. in: *Biology of the Lobster Homarus americanus*. J. Factor. Ac. Press, 313-348.
- Bardach, J.E., J.H. Ryther & W.O. McLarney. 1972.** Aquaculture, Farming and Hus bandry of Fresh Water and Marine Organisms, Wiley (Interscience) New York, USA.
- Barr E., M. Gallardo-Cabello, E. Cabral-Solís, A. Boal-Gracia & M. Gómez-Puente. 2008.** Growth of the Pacific jack *Caranx caninus* (Pisces: Carangidae) from the coast of Colima, México. *Rev. Biol. Trop.* 56 : 171-179.
- Bauchau, A.G. 1986.** Sex feromone in Crustacea. Elsevier Science Publisher B.V. *Advances in invertebrate reproduction* 4. M. Porchet, J. C. Andries and A. Dhainaut editors. 337-243.
- Bauchau, A.G. & M.T. Fontaine. 1984.** Chemoreception et comportement de la reproduction chez les crustecés. *Oceanis*.Vol 10, Fasc. 2:151-168,
- Bauer, V., J. Dudley & H. Hatt. 1981.** Characteristics of single monoreceptive units sensitive to amino acids and related substances in the crayfih leg. *J. Comp. Physiol.* 144: 67-74.
- Bligh, E.G. & W.J. Dyer. 1959.** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- Bortone, E. 2002.** Interacción de Ingredientes y Procesos en la Producción de Alimentos Hidroestables para Camarones, Balanceados Lamar, C.A., Venezuela y omega protein, Inc. USA.407-437p.
- Burns, C. & J. Avault. 1985.** Artificial baits for trapping crawfish (*Procambarus* spp.) formulation and assessment. *Journal of the World Aquaculture Society* 16: 368-374.
- Burden, R. & D. Faires. 2002.** Análisis numérico. Séptima edición. Thomson Learning, 839 pp.
- Campana, S.E., 1990.** How reliable are growth back-calculation based on otoliths?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47, 2219–2227.
- Cange, S.W., D. Pavel, B. Carol, R.P. Romaine & J.W. Avault, Jr. 1986.** Evaluation of eighteen artificial crayfsh baits. Pages 270-273 in P. Brinck, editor.Proceedings of the 6th International Symposium on Freshwater Crayfsh. Lund, Sweden.
- Carr, W.E.S., J.C. Netherton & M.L. Milstead. 1984.** Chemoattractants of the shrimp *Palaemonetes pugio*: variability in responsiveness and the stimulatory capacity of mixtura containing amino acids, quaternary ammonium compounds, pures and other substances. *Comp. Biochem. Physiol.* 77A: 469-474.

- Carr, W.E.S., H.G. Trapido-Rosenthal & R.A. Gleeson. 1989.** Stimulants of behavior in marine organisms: receptor and perireceptor events provide insight into mechanisms of mixture interactions. In perception of complex smells and taste. Academic Press, Australia. 27-45.
- Casselmann. 1987.** Determination of age and growth. In: The biology of fish growth. Weatherly AH and Gill HS, (eds.). Academic Press, Orlando, Florida: 209-2042.
- Cate, H.S. & C.D. Derby. 2001.** Morphology and distribution of setae on the antennules of the caribbean spiny lobster *Panulirus argus* reveal new types of bimodal chemomechanosensilla. Cell tissue res. 3004: 439-454.
- Chanes-Miranda, L. & M.T. Viana. 2000.** Development of artificial lobster baits using fish silage from tuna by-products. Journal of Shellfish Research, 19(1): 259-263.
- Chiou W.D. & C.T. Chen. 1993.** Age and growth of the white-tongued crevalle, *Uraspis helvolus*, in Suao Coastal Waters of Northeastern Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan, 20(2): 125-134.
- Clarke T.A. & L.A. Privitera. 1995.** Reproductive Biology of Two Hawaiian Pelagic Carangid Fishes, the Bigeye Scad, *Selar Crumenophthalmus*, and the Round Scad, *Decapturus Macarellus*. Bulletin of Marine Science. 56: 33-47.
- Collazo, J.A. 1981.** Development and evaluation of several artificial experimental baits for trapping crawfish. Master thesis. Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Conover, J. 1999.** Practical non parametric statistics. 3rd Edition, Wiley, John and Sons, 583 pp.
- Copes, J., K. Pellicer, G. del Hoyo & N. García. 2006.** Producción de ensilado de pescado en baja escala para uso de emprendimientos artesanales. Analecta Veterinaria. 26(1): 5-8.
- Costa A.M. 2009.** Macroscopic vs. microscopic identification of the maturity stages of female horse mackerel. International Council for the Exploration of the Sea. 509-516.
- Coulson, P.G., A.B. Hesp, I.C. Potter & N.G. Halla. 2010.** Life cycle characteristics of the Blue Morwong *Nemadactylus valenciennesi*, compared with those of other species of Cheilodactylidae. Mar. Fresh. Res., 61: 104-118.
- Cox, S. & M. Davis. 2009.** An evaluation of potential diets for the culture of postpueruli spiny lobsters *Panulirus argus* (Palinuridae). Aquaculture nutrition, 15: 152-159.
- Cubillos, L. & C. Alarcón. 2010.** Estimación de la talla media de madurez sexual en *Trachurus murphyi* mediante parámetros del consumo relativo de oxígeno. Lat. Amer. J. Aquat. Res. 38:178-187.

- Dazole, D., J.C.Braekman & B. Tursch. 1980.** Chemical communication in the marine environment. in: R. Gilles (ed.), Animal environmental fitness. Physiological and biochemical aspects of adaptation and ecology. Vol 1 Invented lectures. Pergamon Press, Oxford. 243-261.
- Derby, C. D. 2000.** Learning from spiny lobster about chemosensory coding of mixtures. *Physiology & behaviour*, 69: 203-209
- Derby, C.D. & S. Harpaz. 1988.** Physiology of chemoreceptor cells in the leg of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Comp. Biochem. Physiol.* 90(A): 85-91.
- Delahunty, G. & V.L. DeVlaming. 1980.** Seasonal relationships of ovary weight, liver weight and fat stores with body weight in the goldfish (*Carassius auratus*). *J. Fish Biol.* 16:5-13.
- De Silva, S., R.M. Gunasekera, B.A. Ingrain & J.L. Dobson. 2001.** Weaning of Australian shortfin glass eels (*Anguilla australis*): a comparison on the effectiveness of four types of fish roe. *Aquaculture* 195: 133-148.
- DeVlaming, V.G., D. Grossman. & F. Chapman. 1982.** On the use of the Gonosomatic Index. *Comp. Biochem. Physiol.* 73A: 31-39
- DeVries, D.R. & R.V. Frie. 1996.** Determination of age and growth. Chapter 16 in *Fisheries Techniques* B.R. Murphy and D.W. Willis, editors. 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, MD. 483-512.
- Díaz, M. 1982.** Estimación lepidométrica de la edad y del crecimiento de la Breca (*Acantholatris gayi*) del archipiélago de Juan Fernández. Tesis para optar al Título de Ingeniero Pesquero. Escuela de Ciencias del Mar. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 124 pp.
- Dunham, D. & J. Oh. 1992.** Chemical sex discrimination in the Crayfish *Procambarus clarkii*: role of antennules. *J. of Chemical Ecology.* 18(12): 2363-2371.
- Ernst, B., C. Parada, P. Manriquez, J. Chamorro & P. Retamal. 2010.** Dinámica poblacional y pesquera de la langosta (*Jasus frontalis*) en la isla Alejandro Selkirk. (Proyecto FIP FIP 2008-48).169 pp.
- Erickson, D.L., J.E. Hightower & D. Grossman. 1985.** The relative gonadal index: an alternative index for quantification of reproductive condition. *Comp. Biochem. Physiol.* 81A: 117-120.
- Eriksson, L., E. Johansson, N. Kettaneh-Wold & S. Wold. 2001.** Multi and Megavariate Data Analysis. Principles and Applications. Academy. Umea, Sweeden. 533 pp.
- Escuela de Ciencias del Mar. 1997.** Programa de pesca exploratoria y experimental de recursos alternativos a la langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Informe Final (parte 1) FIP IT 95-25. Estud. Doc., Univ. Católica de Valparaíso, A/97: 134 pp.

- Espinosa, J & U. Labarta. 1987.** Alimentación en Acuicultura. Editorial CAICYT. Madrid, 325 pp.
- Espino-Barr, E., M. Gallardo-Cabello, S. Guadalupe-Cabral, A. Garcia-Boa, M. Puente-Gómez. 2008.** Growth of the Pacific jack *Caranx caninus* (Pisces: Carangidae) from the coast of Colima, México. *Rev. Biol. Trop.* 56: 171-179.
- Ewing, G.P., J.M. Lyle, R.J. Murphy, J.M. Kalish & P.E. Ziegler. 2007.** Validation of age and growth in a long-lived temperate reef fish using otolith structure, oxytetracycline and bomb radiocarbon methods. *Mar. Fresh. Res* 58, 944–955.
- Farmer, B., D. French, I. Potter, S. Hesp & N. Hall. 2004.** Determination of biological parameters for managing the fisheries for Mulloway and Silver Trevally in Western Australia. Fisheries Research and Development Corporation Report FRDC Project 2002/004.
- Fennema, O. 2000.** Química de los alimentos, Editorial Acribia, Zaragoza, España. 1280 pp.
- Ferrell, D.J. 2004.** Biological information for appropriate management of endemic fish species at Lord Howe Island. Reporte Técnico del Cronulla Fisheries Research Centre of Excellence PO Box 21, Cronulla, NSW, 2230 Australia.
- Fishelson L. 1992.** Comparative gonad morphology and sexuality of the muraenidae pisces teleostei. *Copeia* 1: 197-209.
- Francis, R. 1990.** Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish Biol.* 36, 883–902.
- Francis, R. 1998.** Are growth parameters estimated from tagging and age-length data comparable? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 45: 936-942.
- Fontaine, M.T., A.G. Bauchau & E. Passelecq-Gerin. 1989.** *Carcinus maenas* (L.) (Decapoda, Reptia) sex pheromone: Site of synthesis. *Crustaceana.* 57(2): 208-216.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1985.** Catalogue of small fishing gear. Second Edition. Fishing News Books Ltds. England, 224 pp.
- Fujita, K., T. Nagatsu & K. Shinpo. 1983.** Assay methods for polyamines. In: methods in biogenic amine research. Edited by S. Parvez, T. Nagatsu & H. Parvez: 741-760.
- Gunderson, D.R., P. Cilahan & B. Goiney. 1980.** Maturation and fecundity of four species of *Sebastes*. *Mar. Fish. Rev.* 42: 74-79
- Gaete, V. 1985.** Antecedentes sobre el recurso breca (*Cheilodactylus gayi* Kner 1869) de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Libro Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández, P. Arana (Ed.): 213-223.
- Garatun-Ttjeldstø, O., J. Thomassen, L. Klungsoyr, I. Opstad, B. Strand & I. Huse. 1987.** Artificial start-feed for cod larvae (*Gadus Morhua*) based upon god roe. *Sarsia* 72: 373-374.

- Ganias K., S. Somarakis, A. Machias & A. Theodorou. 2003.** Pattern of oocyte development and batch fecundity in the Mediterranean sardine. *Fish Res* 67: 13–23.
- George, M.J. 1967.** in Proc. of Symp Crustacea -Part 4, Marine Biological Association of India, India. 1308 pp.
- Gleeson, R.A. 1990.** Intrinsic factors mediating pheromone communication in the blue crab, *Callinectes sapidus*. In: Crustacean Sexual Biology. Columbia University Press. New York.17-32.
- Guirao, R., J. Socorro, T. Reyes, J. Roo, H. Fernández-Palacios & M.S. Izquierdo. 2005.** Estudio del desarrollo gonadal del jurel dentón *Pseudocaranx dentex* (Bloch & Schneider, 1801) en aguas costeras de las islas Canarias. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 21: 271-282.
- Gillanders B.M., D.J. Ferrell & N.L. Andrew. 1999.** Size at maturity and seasonal changes in gonad activity of yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*; Carangidae) in New South Wales, Australia. *New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research.* 33: 457-468.
- Golub, G. & C. Van Loan. 1983.** Matrix computations. The John Hopkins University Press. 699 pp.
- Gouygou, J.P., C. Mertin, C. Siquin & P. Durand. 1989.** Determination of biogenic amines in fish. *Oceanis.* 15(4): 599-604.
- Haaland, H., E. Arnesen & R. Ajaa. 1990.** Amino acid composition of whole mackerel (*Scomber scombrus*) stored anaerobically at 20°C. *International Journal of Food Science and Technology.* 25: 82-87.
- Hainen, J.M. 1980.** Chemoreception in decapod crustacea and chemical feeding stimulants as potential feed additives. *Proc. World Maricul. Soc.* 11: 319-334.
- Harnish, L. & J.H. Martin. 2009.** Efficiency of bait usage in the Nova Scotia lobster fishery: a first look. *J. Cleaner Prod.* 17: 345–347.
- Hatt, H. 1984.** Structural requirements of amino acid and related compound for stimulation of receptors in crayfish walking leg. *J. Comp. Physiol. A.* 155: 219-231.
- Holden M. & D. Raitt. 1975.** Manual de ciencia pesquera, métodos para investigar los recursos y su aplicación. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Vol 2. Roma. 221 pp
- Horwood J.W. & M.G. Walker. 1990.** Determinacy of fecundity in sole (*Solea solea*) from the Bristol Channel. *J Mar Biol Assoc UK* 70: 803–813.
- Huberty, C.J. 1994.** Applied discriminant analysis. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 466 pp.

- Humphreys JRL. 1986.** Section on *Seriola dumerili*. In: Uchida, R.N. and J.H. Uchiyama (Eds.), Fishery atlas of the Northwestern Hawaiian Islands, p. 100-101. NOAA Tech. Rep. NMFS 38.
- Huner, J.V., V. Pfister, R. Romaine & T. Baum. 1990.** Effectiveness of commercially formulated and fish baits in trapping cambarid crawfish. J. of the World Aquac. Soc. 21(4): 288-294.
- Iwasaki, M. & R. Harada. 1985.** Proximate and amino acid composition of the roe and muscle of selected marine species. J. Food Sci. 50: 1585-1587.
- Izquierdo, P., A. Garcia, M. Allara, E. Rojas, G. Torres & P. Gonzales. 2007.** Análisis proximal, microbiológico y evaluación sensorial de salchichas elaboradas a base de cachama negra (*Colossoma Macropomum*). Rev FCV-LUZ, 17(3): 294-300.
- Jhonston, D., R. Melvilla-Smith & B. Hendriks. 2007.** Survival and growth of western rock lobster *Panulirus cygnus* (George) fed formulated diets with and without fresh mussel supplement. Aquaculture, 273:108-117p.
- Karlou-Rig, C. & P.S. Economidi. 1996.** Ovarian atretic rates and sexual maturity of European horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.), in the Saronikos Gulf (Greece). Fish. Bull. 94: 66–76.
- Kawamoto P.Y. 1973.** Management investigation of the akule or bigeye scad, *Trachuroops crumenophthalmus* (Bloch). Hawaii Division of Fish and Game, Project Report No.H-4-r, Honolulu, Hawaii.
- Kjesbu, O.S., P.R. Witthames, P. Solemdal & M.G. Walker. 1990.** Ovulatory rhythm and a method to determine the stage of spawning in Atlantic Cod (*Gadus morhua*). Can J Fish Aquat Sci 47:1185–1193.
- Kochkin, P.N. 1994.** Age determination and estimate of growth rate for the Peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Journal of Ichthyology 34: 39–50.
- Laemmli, 1970.** Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 227: 680-685.
- Laverack, M.S. 1964.** The antennular sense organs of *Panulirus argus*. Comp. Biochem. Physiol., 13: 301-21.
- Lee, P.G. & S. Meyers. 1996.** Chemoattraction and feeding stimulation in crustaceans. Aquaculture nutrition, 2(3): 157-164.
- Lindstedt, K.J. 1971.** Chemical control of feeding behavior. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 39A. 533-581.
- Loewenthal, S., D. Mayfield & G.M. Branch. 2000.** Improving the catch efficiency of the West Coast rock lobster, *Jasus lalandii*. Afr. Freshwater Res., 51: 613-17.

- Lucano-Ramirez G., S. Ruiz-Ramirez, J.A. Rojo-Vazquez & G. Gonzalez-Sanson. 2008.** Reproduction of the fish *Gymnothorax equatorialis* (Pisces: Muraenidae) in Jalisco and Colima, Mexico. *Revista de Biología Tropical.*, 56: 53-163.
- Mackie, A.M. 1973.** The chemical basis of food detection in the lobster *Homarus gammarus*. *Mar. Biol.* 21: 103-108.
- Mackie, A.M. 1982.** Identification of the gustatory feeding stimulants. In *Chemoreception in fishes*. Edited by Toshiaki J. Hara. Elsevier Scientific Publishing Company. Canada. 228-240.
- Mackie, A.M., & R.J.G. Shelton. 1972.** A whole-animal bioassay for the detection of the food attractants of the lobster *Homarus gammarus*. *Mar Biol.*, 14: 217-21.
- Mackie, A.M., P. Grant, R. Sheldon, B. Hepper & P. Walne. 1980.** The relative efficiencies of natural and artificial baits for the lobster, *Homarus gammarus*: laboratory and field trials. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 39(2): 123-129.
- Mackie, A.M. & A.I. Mitchell. 1985.** Identification of gustatory feeding stimulants for fish-applications in aquaculture. In *Nutrition and feeding in fish*. Edited by C.B. Cowey, A.M. Mackie & G. Bel. Academic Press. Great Britain. 177-189.
- McLeese, D.W. 1970.** Detection of dissolved substances by the American lobster (*Homarus americanus*) and olfactory attraction between lobsters. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 27.
- McLeese, D.W. 1973a.** Orientation of lobsters (*Homarus americanus*) to odor. *Journal Fisheries. Research Board Canada* 30, 838-40.
- McLeese, D.W. 1973b.** Olfactory responses of lobsters (*Homarus americanus*) to solutions from prey species and to seawater extracts and chemical fractions of fish muscle and effects of antennule ablation. *Marine Behavioral Physiology* 2, 237-49.
- Maeda M., S. Kimura & T. Nakabo. 2002.** Age and growth of *Girella punctata* in Kushimoto, Wakayama Prefecture, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 68: 859-865.
- Miller, R.J. 1990.** Effectiveness of crab and lobster traps. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 1228-1251.
- Miyamoto, H. & A.T. Shariff. 1961.** Lobster fishing off the Southwest coast of India. Anchor hook and trap fisheries. *J. Fish.* 8(1): 252-268.
- Montemayor, L. 1995.** Uso de feromonas y aminos biogénicas como atrayentes alimento para langostinos, *Macrobrachium rosenbergii*. Tesis Universidad autónoma de Nueva León, 94.
- Montgomery, D. 2002.** *Diseño y Análisis de Experimentos*. Editorial Limusa Wiley. 686 pp.
- Mohan, K.V., B. Meenakumari & M.S. Hameed. 1995.** Studies on baits for lobsters. *Fishery Technology*, 32(1): 25-29.

- Mortensen, A., S. I. Siikavuopio & J. Raa. 2004.** Use of transglutaminase to produce a stable sea urchin feed. In: J. M. Lawrence, O. Guzman, editors. Sea urchin fisheries and ecology. Puerto Varas, Chile: DE Stech Publications, Inc. pp. 401.
- Muñoz, A. 2009.** Evaluación de la respuesta de atracción de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) frente a diferentes carnadas. Proyecto para optar al título de Ingeniero Pesquero. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 55 pp.
- Myers, R. & D. Montgomery. 2002.** Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments. Wiley Series in Probability and Statistics. Canada. 680 pp.
- Nevitt, D., N.D. Pentcheff, K.L. Lohmann & R.K. Zimmer-Faust. 2000.** Den selection by the spiny lobster *Panulirus argus*: Testing attraction to conspecific odors in the field. Mar. Ecol. Prog. Ser, 203: 225-231.
- Nurdlund, D.A., Jones, R.L. & W.J. Lewis. 1981.** Semiochemicals, their role in pest control. Wiley Interscience Publication. New York. 306 p.
- O'Farrell, R.C. 1966.** Lobsters, crabs and crawfish. Fishing News (Books) Ltd., London, 120 pp.
- O'Brien L., J. Burnett & R.K. Mayo. 1993.** Maturation of nineteen species of finfish off the northeast coast of the United States, 1985–1990. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 113, 66 p.
- Pfeiffer, W. 1982.** Chemical signals in communication. In chemoreception in fishes. Edited by Toshiaki J. Hara. Elsevier Scientific Publishing Company. Canada. 228-240.
- Paltrinieri, G. & M. Meyer. 1990.** Elaboración de productos carnicol, Editorial Trillas, Mexico D.F, Mexico. 120 pp.
- Pearson, W. H. & B.L. Olla. 1979.** Detection of naphthalene by the blue crab, *Callinectes sapidus*. Estuaries 2: 64–65.
- Pequeño, G. & S. Saez. 2000.** Los peces litorales del archipiélago de Juan Fernández (Chile): endemismo y relaciones ictiogeográficas. Investig.mar. 28: 27-37.
- Phillips B.F., G.R. Morgan & C.M. Austin. 1980.** FAO Fish Synop.128, 64, FAO, UN, Rome.
- Pinheiro P.B., F. Hazin, P. Travassos, P. Oliveira, F. Carvalho & M.G. Rêgo. 2011.** The reproductive biology of the rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) caught in the São Pedro and São Paulo Archipelago. Baz. J. Biol. 71: 99-106.
- Pizarro, L. & E. Yañez. 1985.** Estimación de la edad de primera captura y de la mortalidad por pesca óptimas del bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios* Bloch y Schneider, 1801), a través del análisis del rendimiento por recluta. Libro Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández, P. Arana (Ed.): 213-223.

- Pizarro, G., V. Montecino, R. Astoreca, G. Alarcón, G. Yuras & L. Guzmán. 2006.** Variabilidad espacial de condiciones bio-ópticas de la columna de agua entre las costas de Chile insular y continental. Primavera 1999 y 2000. *Cienc. Tecnol. Mar*, 29(1): 45-58.
- Plaza, G., H. Sakaji, H. Honda & Y. Hirota. 2007.** Spawning pattern and type of fecundity in relation to ovarian allometry in the round herring *Etrumeus teres*. *Marine Biology* 152: 1051-1064.
- Poortenaar, C.W., S.H. Hooker & N. Sharp. 2001.** Assessment of yellowtail kingfish (*Seriola lalandi lalandi*) reproductive physiology, as a basis for aquaculture development. *Aquaculture*: (3-4): 271-286.
- Pollock, B.A. 1982.** Development and evaluation of artificial baits for trapping crawfish. Master thesis. Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Prudden, T.M. 1962.** About lobsters. The Bond Wheelwright Company, Freeport, Maine, 158 pp.
- Prager, M.H. & M.C. Fabrizio. 1990.** Comparison of logistic regression and discriminant analyses for stock identification of anadromous fish, with application to striped bass (*Morone saxatilis*) and can shad (*Alosa sapidissima*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1570-1577.
- Roa, R., B. Ernst & T. Fabián. 1999.** Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fish. Bull.* 97: 570-580.
- Rojas, J. & G. Pequeño. 1998.** Peces Serránidos de la Isla Alejandro Selkirk, Archipiélago Juan Fernández, Chile (Pisces: Serranidae): Análisis Ictiogeográfico. *Invest. Mar.* 26: 41-58.
- Rojas, J.C., E.A. Malo, A. Gutierrez & R.N. Ondarza. 1990.** Mating behavior of *Triatoma mazzottii* under laboratory conditions. *Ann Entomol Soc. Am.* 83.
- Rojas, F. & U. Paredes. 2009.** Formulación de una vacuna oral utilizando proteínas inmunogénicas expresadas en microalgas (*Chlamydomonas reinhardtii*) como ingredientes en la elaboración de un alimentos para salmónidos. Tesis entregada como requisito para la obtención del título de Ingeniero de Alimentos. Facultad de Recursos Naturales, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile. 95pp.
- Ryan, T. 2007.** Modern Experimental Design. Wiley-Interscience, New York. 593 pp.
- Salas, R.A. 1980.** Pesquería del bacalao (*Polyprion oxygeneios* Bloch y Schneider, 1801) en el archipiélago de Juan Fernández y estudio preliminar de su edad y crecimiento. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, 129, pp.
- Samane, M., R. Quiroz & M. Tadanobu. 1995.** Weight-length relationships and reproduction of the Peruvian pintadilla, *Cheilodactylus variegatus* V. (Cheilodactylidae), from the Callao fishing zone, Peru. *Fisheries Research* 22: 279-291.

- Sepúlveda, J.I. & G. Pequeño. 1985.** Fauna íctica del archipiélago de Juan Fernández. En: "Investigaciones Marinas del Archipiélago de Juan Fernández", P. Arana (ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 81-91.
- Schmitt, R.J. & S.J. Holbrook. 1985.** Patch selection by juvenile black surperch (Embiotocidae) under variable risk: interactive influence of food quality and structural complexity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 85: 269-285.
- Shanks, A.L. & G.L. Eckert. 2005.** Population persistence of California Current fishes and benthic crustaceans: a marine drift paradox. *Ecol. Monogr.* 75: 505-524.
- Somers, K., Stechey, D. & Daniel, P. 1986.** Trapability of crayfish associated with bait type, water temperature and lunar phase. *American Midland Naturalist* 116, 36-44.
- Steinback, S., R.B. Allen & E. Thunberg. 2008.** The Benefits of Rationalization: The Case of the American Lobster Fishery. *Marine Resource Economics*, 23: 37–63.
- Stewart, J., D.J. Ferrell & B. Van der Walt. 2004.** Sizes and ages in commercial landings with estimates of growth, mortality and yield per recruit of yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) from New South Wales, Australia. *Marine & Freshwater Research.* 55: 489-497.
- Stewart, J. & J. Hughes. 2009.** Biological and fishery characteristics of rubberlip morwong *Nemadactylus douglasii* (Hector, 1875) in eastern Australia. *Fish. Res.* 96: , Issues 2-3, March 2009, Pages 267-274.
- Sudekum, A.E., J.D. Parrish, R.L. Radtke & S. Ralston. 1991.** Life history and ecology of large jacks in undisturbed, shallow, oceanic communities. *Fish. Bull. US* 89:493-513.
- Suzuki, S., K. Kobayashi & K. Takama. 1994.** Occurrence of biogenic amines at different processing stages of dried herring. *Fisheries Science.* 60(3): 353-354.
- Takei, M. 1977.** Feeding behavior of crab *Erimacrus isenbenkii* and *Neptunus trituberculatus*. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 89: 75-82.
- Thomas, H.J. 1973.** A comparison of some methods used in lobster and crab fishing. Aberdeen, Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, Marine Laboratory. 210 pp.
- Thompson, K.R., L. Munznic, T. Christian, C. Webster, L. Manomaitis & D. Rouse. 2003.** Lecithin requirements of juvenile Australian red claw crayfish *Cherax quadricuatus*. *Aquaculture Nutrition.* 9(4): 223-230.
- Vergara, H. & E. Morales, 1985.** Morfología submarina del segmento central del cordón asísmico Juan Fernández. En: P. Arana (ed.). "Investigaciones marinas en el archipiélago de Juan Fernández". Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 25-34.

- Viana, M.T., C. Nava & R. Solana-Sansores. 1993.** Acid fish silages. Effects of the preheating and addition of phosphoric and citric acids on Zimmer-Faust, R.K. 1989. The relationship between chemoreception and the biochemical quality. *Ciencias Marinas* 19(4): 415-433.
- Viète M., P.G. Giulio & A. Ferrero. 1997.** Reproductive biology of scad, *Trachurus mediterraneus* (Teleostei, Carangidae), from the Gulf of Trieste. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 267–272.
- Vigliola, L., M. Harmelin-Vivien & M. Meekan. 2000.** Comparison of techniques of back-calculation of growth and settlement marks from the otoliths of three species of *Diplodus* from the Mediterranean Sea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57, 1292–1299.
- Waddington, K. & J. Meeuwig. 2009.** Contribution of bait to lobster production in an oligotrophic marine ecosystem as determined using a mass balance model. *Fisheries Res.*, 99 (1): 1-6.
- Wallace, R.A. & K. Selman. 1981.** Cellular and dynamic aspects of oocyte size in teleosts. *Amer Zool* 21: 325-343.
- Webb, W. & C. Grant. 1979.** Age and Growth of Jack Mackerel, *Trachurus declivis* (Jenyns), from South-eastern Australian Waters *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 3: 1-9.
- West, G. 1990.** Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 41: 199–222.
- Wicksten, M. 1982.** Crustaceans from baited traps and gill nets off southern California. *Calif. Fish and Game*. 68 (4): 244-248.
- Yañez, E., C. Silva, R. Vega, F. Espíndola, L. Álvarez, N. Silva, S. Palma, S. Salinas, E. Menschel, H. Verena, D. Soto & N. Ramírez. 2009.** Seamounts in the southeastern Pacific Ocean and biodiversity on Juan Fernandez seamounts, Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 37(3): 555-570.
- Zeeck, E., J. Hardege, J.D. Bartels-Hardege, H. Willig & G. Wesselmann. 1991.** Sex pheromones in a marine polichaete: biologically active compounds from female *Plynereis dumerilli*. *Journal of Exp. Zoo.* 260: 93-98.
- Zimmer-Faust, R.K. 1987.** Crustacean Chemical Perception: Towards a theory on optimal chemoreception. *Biol. Bull.* 172: 10-29.
- Zimmer-Faust, R.K. 1991.** Chemical signal-to-noise detection by spiny lobsters. *Biological Bulletin* 181, 419-26.
- Zimmer-Faust, R.K. & J.F. Case. 1982.** Odors influencing foraging behavior of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*, and other decapods crustacea. *Mar. Behav. Physiol.* 9: 35-38.
- Zimmer-Faust, R.K., P.B. O'Neill & D.N. Schar. 1996.** The relationship between predator activity state and sensitivity to prey odor. *Biol. Bull.* 190: 82-87.

ANEXOS

ANEXO 1. Normativa legal vigente relativa a langosta de Juan Fernández.

Resguardo de los ejemplares juveniles, limitando la comercialización a especímenes con un tamaño igual o superior a los 115 mm, medidos desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón (Decreto N°1584 del 30/abr/34, D.O. N°16.971, del 12/sep/34).

Protección del recurso durante el período de reproducción, ya que se prohíbe el desembarque de langostas con huevos visibles y, durante todo el período de pesca, de individuos de talla inferior a la mínima legal, los que deben ser devueltos al mar en el mismo lugar de captura (Decreto N°188 del 07/sep/72, D.O. N°26.796, del 04/oct/72; Decreto N°1584 del 30/abr/34, D.O. N°16.971, del 12/sep/34).

Veda estacional. Las actuales medidas de manejo prohíben 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 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).

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 langosta 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).

ANEXO 2. Estadísticas de desembarques de los principales recursos pesqueros capturados en aguas del archipiélago de Juan Fernández.

**Desembarque total nacional (ton) de los principales recursos pesqueros extraídos en faenas de pesca artesanal en el territorio insular de Juan Fernández, entre 2000 y 2005
(Fuente: SERNAPESCA)**

Año	Langosta de Juan Fernández	Cangrejo dorado	Anguila	Breca	Vidriola
2000	17	13	103	45	5
2001	21	25	45	46	8
2002	9	2	5	1	1
2003	1	19	35	0	1
2004	47	49	53	9	16
2005	54	10	69	2	1

ANEXO 3. Reglamentación y controversia respecto de carnadas de langosta artificiales empleadas internacionalmente.

Maine Revised Statutes

Title 12: CONSERVATION
Part 9: MARINE RESOURCES
Subpart 1: ADMINISTRATION
Chapter 607: REGULATIONS
Subchapter 1: REGULATION POWERS

§6174

§6176

§6175. Alternative bait

The commissioner may adopt rules to regulate the use of alternative bait in marine fisheries. For the purposes of this section, "alternative bait" means any bait that does not naturally originate from the ocean. Rules adopted pursuant to this section must be adopted in accordance with the procedures in subchapter 2 and are routine technical rules as defined in Title 5, chapter 375, subchapter 2-A. [2005, c. 203, §1 (NEW).]

SECTION HISTORY
2005, c. 203, §1 (NEW).

Data for this page extracted on 11/14/2008 03:15:22.

**The Revisor's Office cannot provide legal advice or interpretation of Maine law to the public.
If you need legal advice, please consult a qualified attorney.**

[Office of the Revisor of Statutes](#)
7 State House Station
State House Room 108
Augusta, Maine 04333-0007

Fuente: Maine State Legislature (www.mainelegislature.org)



Department of
Fisheries

Google™ Custom

site search

Hide Bait Banned from Recreational & Commercial Rock Lobster Fisheries

A total ban on the use of hide baits in both the commercial and recreational rock lobster fisheries has been introduced after concerns about threats to overseas markets.

The ban extends to both [commercial](#) and [recreational](#) fishers to ensure that no rock lobster taken by a commercial operator has previously been exposed to bovine, hide or hair-covered baits.

Under the regulations, a person must not fish for rock lobster using as bait, or carry on board a boat for use as rock lobster bait

- a) any bovine matter (excluding gelatine & tallow - artificial baits);
- b) any animal skin or hide; or
- c) any thing to which any mammal skin or hide is attached.

The maximum penalty for an offence is \$10,000 and additional penalties provided in Sections 222 and 224 of the *Fish Resources Management Act 1994*.

For further information, please [contact](#) :

Mr Tim Bray on (08) 9482 7394 or
Mr Peter Trott on (08) 9482 7262

[Top](#)

Fuente: Department of Fisheries, Western Australia (www.fish.wa.gov.au)

Portland Press Herald/Maine Sunday Telegram. 16 de junio de 2007

**Great Bait debate. The Lobster Puck could help boost fishing profits, but its
"plastisol"
binding has critics seeking a ban**

SACO — Paul "Popeye" Turnage, who manufactures scented lures for bass fishermen, hopes to revolutionize the lobster industry with his new invention, an alternative bait he calls the Lobster Puck.

Even when immersed in seawater for a month, the rubbery, puck-shaped disk retains its lobster-enticing powers, said Turnage, who is 65 and lives in Lyman.

The puck will boost fishermen's profits because they'll catch more lobsters and use less herring bait, which is increasingly expensive and in short supply, according to the product's distributor, Jona Bennett of Bennett & Sons Seafood. The puck will help the marine ecosystem by reducing the demand for herring, an important forage food for many species.

"We can keep the pressure off the herring and sustain the lobster fishery," he said.

But critics worry that the puck poses an image problem for the industry, and they are pushing for a ban.

The bait's ingredients include soymeal, fishmeal, rice, salt, sand, herring, menhaden, bran, tilapia and a white liquid called "plastisol."

Plastisol is a solution of polyvinyl chloride resin and plasticier, an additive that makes the resin flexible. It is used in many products, such as shoe insoles, toys and plastic fishing lures. And it binds the puck ingredients together.

Nobody knows whether the chemical mixture poses a health risk for lobsters or the people who eat them, said Bob Baines, a South Thomaston lobsterman who chairs the Maine Lobster Advisory Council. But the presence of chemicals in the puck is problematic, he said.

"We want to protect the Maine lobster brand," he said. "It's a wild lobster. It comes out of clean, pristine waters. We don't use any artificial anything."

The Lobster Advisory Council, which includes representatives from each of the seven lobster zones in Maine, voted 9-1 last month to recommend the state ban the use of all alternative lobster bait. George Lapointe, the commissioner of the Department of Marine Resources, has the authority to ban alternative baits.

But some lobstermen say the industry could use something like the puck right now.

Herring bait reached record-high prices last summer and could be in short supply this year because of new fishing limits for herring trawlers in the Gulf of Maine.

If the supply of herring is cut off, the puck could fill the gap and save the industry, said Jim Henderson of Saco, who was the only member of the Lobster Advisory Council to oppose the ban on alternative bait.

"If we don't have any bait, we don't go fishing," he said.

Most local lobster advisory councils have yet to weigh in on the puck, and there is no consensus yet about what to do about it, said David Etnier, deputy commissioner of the Maine Department of Marine Resources.

Rather than banning the puck, he said, some lobstermen want to see the state develop a testing program to determine whether alternative baits are safe for lobsters and humans. It would be an expensive program, he said, and it would probably have to be funded by bait manufacturers.

Jona and Pete Bennett, who own the company that is distributing the puck, said their small company can't afford to pay for costly tests. Besides, they argue, the tests aren't needed.

They point out that sport fishermen have been using plastisol lures in Maine lakes and rivers for more than 30 years.

Wire lobster traps are vinyl-coated to prevent corrosion, they say, and nobody worries about the health risks of lobsters chewing on cages.

Moreover, they say, the lobsters don't actually eat the puck but just claw away at it. Underwater cameras have shown that lobsters climb out of traps when the bait is gone. The puck's primary advantage over herring, Pete Bennett said, is that it keeps lobsters occupied in the trap long after herring bait has been consumed by lobsters, crabs, slime eels and sand flees.

Commercial Fisheries. News Volume 33 Number 4. December 2005

Maine law limiting hide to hairless for lobster bait takes effect Jan. 1

HALLOWELL, ME - Maine lobstermen are reminded that the use of offal as bait for lobster, crabs, and fish will not be allowed as of Jan. 1, 2006.

Offal means the carcass, waste parts, renderings, or remains of a wild or domesticated animal that is not a marine organism, according to a new law that was passed by the state Legislature and signed by the governor in May 2005.

But animal hide from which the hair has been removed is specifically excluded from the ban.

Further, the law provides that possession of offal while fishing for lobsters or crabs is prima facie evidence of a violation.

"It's all at-sea enforcement," said Col. Joe Fessenden, head of the Maine Department of Marine Resources (DMR) Bureau of Marine Patrol. "If it's on the boat when someone is underway, that's a violation."

The law's effective date was set at Jan. 1, 2006 in order to give lobstermen and hide suppliers time enough to use up their existing inventories of hide with hair.

Companies selling buckets of hide in Maine are well aware of the deadline, Fessenden said. The DMR got several calls about the new law, and most major dealers were gearing up to have hairless hide available by the start of the new year.

The lobster industry started questioning the use of offal, especially hide products, for lobster bait about two years ago. Lobster buyers said they heard from customers complaining of the presence of hair in lobster tails.

While sensitive to marketing concerns, lobstermen did not support a total ban on the use of hide products because, for many, it had become an important part of their bait supply. Hide offers the advantage of "staying on" longer than fish products such as herring, and there haven't been shortages with its supply.

Stopping the use of renderings and other animal parts had broad support from industry. But the affect of having hide as part of the lobster diet had never been studied, further making it difficult to justify a prohibition by DMR rule-making action.

LD 527, the bill that was enacted, also gives the DMR authority to adopt rules regulating the use of alternative bait in marine fisheries in the future. "Alternative bait" means any bait that does not naturally originate from the ocean.

"The law got good support," Fessenden said. "We are not anticipating any problems."

Susan Jones

ANEXO 4. SOBRE OFERTA. Ficha de identificación de peces.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN PECES FAUNA COMÚN ARCHIPELAGO DE JUAN FERNANDEZ

Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera (FIP 2009-31) : Alternativas de carnada para *Jasus frontalis* para disminuir impacto sobre fauna ictica

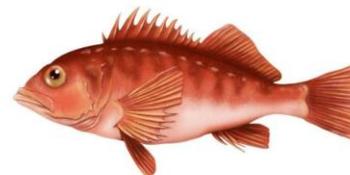
PECES OSEOS



BSP | Alfonsino / Splendid alfonsino
Beryx splendens 25 cm



NGA | Breca / Morwong
Nemadactylus gayi 34 cm



HET | Chancharro / Red rockfish
Helicolenus longirichi 32 cm



CLO | Granlento / Pink maomao
Caprodon longimanus 28 cm



PCC | Jurel / Juan Fdez. Travally
Pseudocaranx chilensis 28 cm



HSC | Vaquita /
Hypoplectrodes semicinctum 10 cm



STH | Venenoso / Scorpionfish
Scorpaena thomsoni 28 cm



SLL | Vidriota / Yellowtail amberjack
Seriola lalandi 70 cm



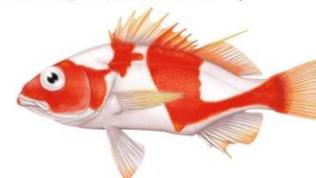
MRT | Vieja / Wrasse
Malapterus reticulatus 10 cm



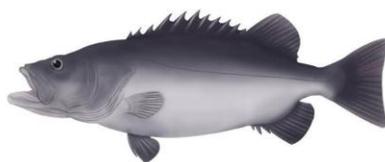
SCL | Pampanito /
Scorpius chilensis 23 cm



GPO | Anguila / Lowfin moray
Gymnothorax porphyreus 75 cm



PLA | Colorado /
Plectranthias lamillai 18 cm



POX | Bacalao / Hapuku wreckfish
Polyprion oxyenoides 90 cm



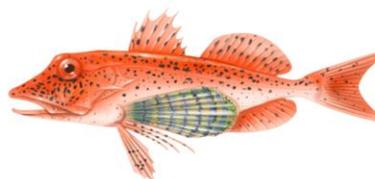
UMR | Corvina /
Umbrina reedi 48 cm



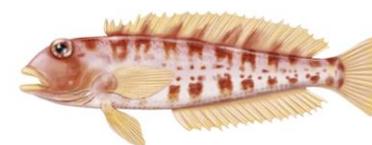
CHD | Cabrilla /
Chironemus dollini 20 cm



GAL | Jerguilla /
Girella albobriata 30 cm



PPI | Pez mariposa /
Pterygotrigla picta 20 cm



PDO | Rollizo /
Parapercis dockinsi 20 cm

PECES OSEOS

Proyecto del Fondo de Fomento de Investigación Pesquera (FFIP 2009-31)

Alternativas de carnada para Jassus Frontalis para disminuir el impacto sobre la fauna iclica

Código FAO | Nombre común
BSP | **Alfonsino / Splendid alfonsino** — Nombre FAO
Beryx splendens
 Nombre científico



BSP | **Alfonsino / Splendid alfonsino** *Beryx splendens*

Cuerpo fusiforme, grandes ojos que ocupan casi un tercio de la cabeza, color rojo intenso; origen de la aleta anal anterior al borde posterior de la aleta dorsal; origen de las aletas pélvicas anterior al término de la base de las aletas pectorales.

HET | **Chancharro / Red rockfish** *Helicolenus legerichi*

Pez de color anaranjado con una gran aleta dorsal con espinas (12) y radios (13); crestas y espinas craneales bien desarrolladas, aleta caudal truncada; origen de la aleta pélvica posterior al origen de las pectorales.

PCC | **Jurel / Juan Fdez. Travally** *Pseudocaranx chilensis*

Notorios escudetes en la línea media de la región caudal, de característico color amarillo; dos espinas que están separadas del resto de la aleta anal. De color principalmente plateado con algunos visos amarillos especialmente en la región de las aletas, y verdoso en la región dorsal. Juveniles de forma marcadamente fusiforme.

STH | **Venenoso / Scorpionfish** *Scorpaena thomsoni*

Presenta fuertes procesos espiniformes en la cabeza, y fuertes espinas en la aleta dorsal, la que está compuesta de 12 espinas y 10 radios. Una aleta anal con 3 espinas y 6 radios. Mancha negra en el tercio posterior de la aleta dorsal es característica.

MRT | **Vieja / Wrasse** *Malapterus reticulatus*

Fuertes dientes caniniformes en ambas mandíbulas. Una larga aleta dorsal compuesta de tres espinas y 27-30 radios. Larga aleta anal con 18-19 radios. De variadas tonalidades café, destaca el entramado de sus escamas grandes.

GPO | **Anguila / Lowfin moray** *Gymnothorax porphyreus*

Cabeza moderada a corta, entre el 10 y el 14% del largo total, aleta dorsal baja iniciada un poco delante de la abertura branquial. Ojo sobre el centro de la boca. Conspicuos dientes fuertes, triangulares y lisos. Abertura branquial es una ranura diagonal. Color oscuro a chocolate con manchitas numerosas, moteado.

POX | **Bacalao / Hapuku wreckfish** *Polyprion oxygeneios*

De color gris con escamas firmes y pequeñas, 9 a 12 espinas dorsales y 12 radios dorsales; 3 espinas anales y de 7 a 9 radios anales. Presencia de dientes triangulares gruesos y particularmente grandes en la mandíbula superior.

CHD | **Cabrilla /** *Chironemus delfini*

Se caracteriza por la presencia de fuertes espinas en la aleta dorsal, y dos en su aleta anal. Su aleta caudal presenta radios que se bifurcan en su extremo distal. Su cuerpo de color café rojizo oscuro presenta pintas blancas por todo el cuerpo y las aletas.

PPI | **Pez Mariposa /** *Pterygotrigla picta*

De característico color anaranjado con pintas oscuras por todo el cuerpo. Aleta dorsal con membrana interespinal colorida tornazulada, con presencia de tres espinas largas. Primera aleta dorsal con 7 espinas graduadas, mientras que la segunda con 11 espinas. Mandíbula inferior levemente curvada en el extremo anterior del hocico.

NGA | **Breca / Morwong** *Nemadactylus gayi*

De color azulado en el dorso y brillante en el vientre, presenta dos bandas verticales oscuras, una sobre el ojo y la otra inmediatamente posterior al opérculo. Se caracteriza por la presencia de un notorio y alargado radio de la aleta pectoral. Una larga aleta dorsal compuesta de 17 espinas y 26-27 radios, una aleta anal corta con tres espinas y 12-13 radios.

CLO | **Graniento / Pink maomao** *Caprdon longimanus*

Destaca aleta pectoral mucho más larga que la cabeza, larga aleta dorsal compuesta de 10 espinas y 19-22 radios, aleta anal corta con tres espinas y 5 radios de posición torácica.

HSC | **Vaquita /** *Hypoplectrodes semicinctum*

Presencia de fuertes dientes caniniformes en ambas mandíbulas. Larga aleta dorsal compuesta de 10 espinas y 19-22 radios, aleta anal corta con tres espinas. Llamativo color rojizo anaranjado con varias bandas verticales café oscuro.

SLL | **Vidriola / Yellowtail amberjack** *Seriola lalandi*

Cuerpo fusiforme de textura rígida, aleta dorsal de radios fuertes y cortos. Aleta dorsal corta con 22 radios. Color azulado en el dorso, tornasol en sección lateral, y plateado en el abdomen.

SCL | **Pampanito /** *Scorpius chilensis*

Cuerpo alto y comprimido lateralmente. Aleta dorsal compuesta de 10 espinas con 26-28 radios, aleta anal larga con tres espinas. Característico es su llamativo color; dorso azul acerado a vientre más bien plateado, aletas dorsal, anal y caudal amarillas.

PLA | **Colorado /** *Plectranthias lamillai*

Color rojizo y blanco, destaca por una amplia banda vertical roja presente desde las espinas dorsales posteriores hasta los radios dorsales anteriores, y se extiende hasta el ano y la base de la aleta anal, se angosta en el pedunculo caudal y alcanza sobre los radios de la aleta caudal. Al inicio de la segunda dorsal presenta un radio largo y delgado.

UMR | **Corvina /** *Umbrina reedi*

Aleta dorsal con fuerte escotadura, compuesta la primera parte de 9 espinas y la segunda de una espina y 23-24 radios, la aleta anal con 2 espinas y 9 radios. Su color varía desde café en el dorso a verde claro en la región media, siendo característico un color oscuro en el rostro a forma de máscara.

GAL | **Jerguilla /** *Girella albostrata*

Se caracteriza por tener un cuerpo oblongo, ovalado y comprimido, de color oscuro verdoso petróleo. Boca pequeña con mandíbula de dientes planos y tricúspides, sin molares. Anterior a la aleta anal presenta tres espinas pequeñas y graduadas en forma ántero/posterior. Seis branquiospinas delgadas.

PDO | **Rollizo /** *Parapercis dockinsi*

Con aproximadamente cinco pares de bandas verticales café oscuro sobre fondo grisáceo. De cuerpo alargado y presenta una larga aleta dorsal de cinco espinas y 22 - 24 radios. Una aleta anal larga con una espina y cinco radios. Aletas ventrales levemente por detrás de la aleta pectoral.

ANEXO 5. Personal participante por actividad (Horas)

Nombre	Obj	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	Tot	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
Dante Queirolo P.	1										4	4	4	5	5	5	2	2	2	5	5	43
	2										5	2	2	2	5	5	5	5	5	3	5	44
	3	2	2	2	2	5	5	2	2	2	2	2									5	33
		2	2	2	2	5	5	2	2	2	11	8	6	7	10	10	7	7	7	8	15	120
Mauricio Ahumada E.	1										16	16	16	15	15	10	10			10	15	123
	2										5	13	23	23	30	30	13	13	8	8	25	191
	3	8	5	5	13	15	15	13	8	8	8	8	13								5	116
		8	5	5	13	15	15	13	8	8	29	42	39	38	45	40	23	13	8	18	45	430
Patricio Arana E.	1										5	5	5	10	20	20	10	5	5	5	10	100
	2																					
	3																					
											5	5	5	10	20	20	10	5	5	5	10	100
Guido Plaza P.	1																					
	2										10	20	20	30	40	40	20	20	20	30	40	290
	3																					
											10	20	20	30	40	40	20	20	20	30	40	290
Jorge Saavedra T.	1																					
	2																					
	3	10	20	20	30	30	30	10	10	30	30	30										250

Nombre	Obj	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20	Tot
René Ruby F.	1																					
	2																					
	3	10	20	20	30	30	30	10	10	30	30	30										250
		10	20	20	30	30	30	10	10	30	30	30										250
Magdalena Vivanco O.	1																					
	2																					
	3	10	20	20	30	30	30	10	10	30	30	30										250
		10	20	20	30	30	30	10	10	30	30	30										250
Ivonne Montenegro U.	1																					
	2										10	10	20	10	10	20	20	10	10	5		125
	3																					
										10	10	20	10	10	20	20	10	10	5			125
Erick Gaete A.	1																					
	2										60	80	100	100	100	100	80	60	24			704
	3																					
										60	80	100	100	100	100	80	60	24				704
Roberto Escobar H.	1										60	80	100	100	100	100	80	60	24			704
	2																					
	3																					
										60	80	100	100	100	100	80	60	24				704
José Merino D.	1										60	80	100	100	100	100	80	60	24			704
	2																					
	3																					
										60	80	100	100	100	100	80	60	24				704

Nombre	Obj	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20	Tot	
Víctor Zamora D.	1																						
	2										60	80	100	100	100	100	80	60	24				704
	3																						
											60	80	100	100	100	100	80	60	24				704
NN Muestras biológicas	1																						
	2											10	10	20	10	10	20	20	10	10	5		125
	3																						
												10	10	20	10	10	20	20	10	10	5		125
Luis Casassus S. Monitoreos	1										20	60	60	60	60	60	60	60					500
	2																						
	3																						
											20	60	60	60	60	60	60	60	60				500
NN Encuestas	1																						
	2										20	60	60	60	60	60	60	60	60				500
	3																						
											20	60	60	60	60	60	60	60	60				500