



Universidad Austral de Chile

Escuela de Biología Marina

Profesora Patrocinante:  
Dra. Miriam Fernández Bergia  
Departamento de Ecología  
Pontificia Universidad Católica de Chile

Profesor Co-patrocinante:  
Dr. Luis Vargas Chacoff  
Instituto de Ciencias Marinas y  
Limnológicas  
Facultad de Ciencias  
Universidad Austral de Chile

Profesor Informante:  
Dr. Nelson Valdivia Lahsen  
Instituto de Ciencias Marinas y  
Limnológicas  
Facultad de Ciencias  
Universidad Austral de Chile

**“USO DEL CONOCIMIENTO LOCAL PARA EVALUAR EL  
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS  
PESQUEROS DEL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ”**

Tesis de Grado presentada como parte  
de los requisitos para optar al grado de  
*Licenciado en Biología Marina* y  
Título Profesional de *Biólogo Marino*.

**ANDREA MARGARITA ALVAREZ VARGAS**

**VALDIVIA - CHILE**

**2013**

*Dedicado a mis madres: Hilda y Norma...*

*Y a mi hijo Nicolás, por iluminar mi vida con su maravillosa existencia...*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Dra. Miriam Fernández, por la confianza que depositó en mí al hacerme partícipe de su investigación en el Archipiélago de Juan Fernández y, sobre todo, por haberme dado la posibilidad de trabajar en la Estación Costera de Investigaciones Marinas (ECIM), donde conocí gente maravillosa. A la vez, agradezco el financiamiento de esta investigación, proveniente de la beca otorgada a la Dra. Miriam Fernández, por parte del programa Pew Fellows in Marine Conservation (2005).

Agradezco al Dr. Luis Vargas, por recibirme nuevamente en mi querida escuela y por haberme dado todo su apoyo para culminar este proceso.

Agradezco al Dr. Nelson Valdivia, por los conocimientos aportados en el desarrollo de este último semestre como estudiante de la carrera y por sus asertivos consejos.

Agradezco a la comunidad y en especial a los pescadores de Juan Fernández, por permitirme realizar esta investigación, entregando parte de su historia en este trabajo.

Agradezco a mis queridos tíos y primos por entregarme ejemplos de esfuerzo y honestidad; a mis amigas: Ivett, Ximena, Carolina, Jessica, Vanessa, Paola, Victoria, Editha, Vania, Karina, Carmen Gloria y Daniela, a la tía Rosita, Catherine, Montserrat y Romina, por el apoyo constante el cariño y la contención, a mis amigos Edison y Ricardo, por su apoyo y cariño.

Finalmente, agradezco infinitamente a quienes son los pilares de mi vida: a mi madre Hilda, por ser un ejemplo de esfuerzo y perseverancia; a mi tía Norma, quién ha cuidado de mí como una verdadera madre, y a mi hijo Nicolás Ángel por llenar mi vida de alegría y amor.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	15
OBJETIVOS.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos específicos.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
Área de estudio.....	17
Metodología.....	18
Análisis de datos.....	22
RESULTADOS.....	30
Percepción de los pescadores respecto a las capturas actuales e históricas.....	31

Islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	31
Isla Alejandro Selkirk.....	39
Compilación de información documentada de langosta de Juan Fernández.....	46
Comparación de la percepción de los pescadores con la información documentada, acerca de las capturas de langosta.....	51
Captura de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	52
Captura de langosta de Juan Fernández en isla Alejandro Selkirk.....	52
Captura de langosta para el Archipiélago Juan Fernández.....	52
Percepción del estado de conservación del ecosistema marino.....	59
DISCUSIÓN.....	63
CONCLUSIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	75
ANEXO I.....	85
ANEXO II.....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de estudio, Archipiélago de Juan Fernández, V región de Valparaíso, Chile (modificado, Ernst et al., 2010).....	17
<b>Figura 2.</b> Recurso langosta de Juan Fernández ( <i>Jasus frontalis</i> ).....	19
<b>Figura 3.</b> Recurso breca ( <i>Cheilodactylus gayi</i> ).....	20
<b>Figura 4.</b> Recurso bacalao de Juan Fernández ( <i>Polyprion oxigenios</i> ).....	20
<b>Figura 5.</b> Recurso vidriola ( <i>Seriola lalandi</i> ).....	20
<b>Figura 6.</b> Encuesta aplicada a pescadores artesanales del Archipiélago de Juan Fernández.....	21
<b>Figura 7.</b> Gráfico de captura de langostas ( <i>Jasus frontalis</i> ) por viaje (CPT) y captura por trampa (CPP) en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (Arana et al., 2006).....	26
<b>Figura 8.</b> Gráfico de captura de langostas ( <i>Jasus frontalis</i> ) por viaje (CPT) en la Isla Alejandro Selkirk (Arana et al., 2006).....	26
<b>Figura 9.</b> Gráfico de captura de langostas por trampa, en las islas Robinson Crusoe- Santa Clara y Alejandro Selkirk (Ernst et al., 2008).....	27
<b>Figura 10.</b> Gráfico de captura de langostas por viaje normalizado, en la isla Alejandro Selkirk (Ernst et al., 2010).....	27

<b>Figura 11.</b> Gráfico de capturas totales de langosta, en toneladas por año del Archipiélago de Juan Fernández. (Ernst et al., 2010).....	28
<b>Figura 12.</b> Gráfico porcentual que representa la edad de los pescadores entrevistados.....	30
<b>Figura 13.</b> Histograma de la captura de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	32
<b>Figura 14.</b> Histograma de peso promedio de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	33
<b>Figura 15.</b> Histograma de captura promedio de breca en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	35
<b>Figura 16.</b> Histograma del peso promedio de breca en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	35
<b>Figura 17.</b> Histograma de la captura de bacalao en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	36
<b>Figura 18.</b> Histograma de peso promedio bacalao en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	38
<b>Figura 19.</b> Histograma de la captura de vidriola en islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	38
<b>Figura 20.</b> Histograma de peso promedio vidriola en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	39

<b>Figura 21.</b> Histograma de la captura de langosta en la isla Alejandro Selkirk.....	41
<b>Figura 22.</b> Histograma de peso promedio de langosta en la isla Alejandro Selkirk.....	41
<b>Figura 23.</b> Histograma de captura promedio breca en la isla Alejandro Selkirk.....	42
<b>Figura 24.</b> Histograma del peso promedio de breca en la isla Alejandro Selkirk.....	44
<b>Figura 25.</b> Histograma de la captura de bacalao en la isla Alejandro Selkirk.....	44
<b>Figura 26.</b> Histograma de peso promedio bacalao en la isla Alejandro Selkirk.....	45
<b>Figura 27.</b> Diagrama de dispersión de las capturas reportada por Arana <i>et al.</i> , (2006), CPUE expresada en unidades de langosta por viaje.....	47
<b>Figura 28.</b> Diagrama de dispersión de las capturas reportada por Ernst <i>et al.</i> , (2010), CPUE expresada en langosta por trampa.....	49
<b>Figura 29.</b> Diagrama de dispersión de las capturas reportadas por SERNAPESCA para las capturas de langosta del Archipiélago Juan Fernández (Islas Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk).....	50
<b>Figura 30.</b> Histograma de las capturas de langosta, datos aportados por los pescadores del Archipiélago en la encuesta aplicada el año 2009.....	51
<b>Figura 31.</b> Gráfico de dispersión de la captura de langosta en el Archipiélago de Juan Fernández, datos obtenidos a partir de diferentes fuentes: Arana <i>et al</i> (2006), Ernst <i>et al</i> (2008) Ernst <i>et al</i>	

(2010), SERNAPESCA y los datos de la encuesta aplicada a pescadores artesanales del Archipiélago.....	54
<b>Figura 32.</b> Gráfico de dispersión de los datos de captura de langosta descritos por Arana P., versus los datos de captura de langosta descritos de los datos provenientes de la encuesta aplicada a pescadores del Archipiélago.....	57
<b>Figura 33.</b> Gráfico de dispersión de los datos de captura de langosta descritos por Ernst B., versus los datos de captura de langosta descritos de los datos provenientes de la encuesta aplicada a pescadores del Archipiélago.....	57
<b>Figura 34.</b> Gráfico de dispersión de los datos de captura de langosta declarados SERNAPESCA, versus los datos de captura de langosta descritos de los datos provenientes de la encuesta aplicada a pescadores del Archipiélago.....	58
<b>Figura 35.</b> Gráfico porcentual de la percepción de los pescadores respecto a los recursos que han disminuido en el Archipiélago.....	60
<b>Figura 36.</b> Gráfico porcentual de la percepción de los pescadores, respecto a las amenazas que enfrentan las pesquerías en el Archipiélago.....	61
<b>Figura 37.</b> Gráfico porcentual de las medidas de protección sugeridas por los pescadores para mitigar los daños provocados por las amenazas que ellos perciben que están sufriendo las pesquerías en el Archipiélago. Representación.....	61
<b>Figura 38.</b> Gráfico porcentual de la opinión recogida de los pescadores respecto a su interés por proteger la biodiversidad marina del Archipiélago.....	62

**Figura 39.** Gráfico porcentual de la opinión de los pescadores, recogida en la encuesta, respecto a si están de acuerdo o no con crear un Área Marina Costera Protegida en el Archipiélago..... 62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Promedios por década, de captura y peso, de los recursos langosta, breca, bacalao y vidriola en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara y porcentaje de disminución de las capturas de langosta y bacalao entre una década y la siguiente, en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.....	85
<b>Tabla 2.</b> Análisis de varianza (ANOVA de una vía) aplicado a los datos de captura de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia $p < 0,05$ .....	85
<b>Tabla 3.</b> Test <i>a posteriori</i> , test de Tukey. Procedimiento de comparación de pares múltiples. Entre los datos de Captura de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, para las décadas de: 1970, 1980, 1990 y 2000.....	86
<b>Tabla 4.</b> Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de Captura de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara y las décadas. Correlación significativa $p$ valor $< 0,05$ .....	86
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia $p < 0,05$ .....	87
<b>Tabla 6.</b> Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de peso promedio de langosta en las islas Robinson Crusoe - Santa Clara y las décadas.. Correlación significativa $p$ valor $< 0,05$ .....	87

**Tabla 7.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura promedio de breca en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 88

**Tabla 8.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de breca en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 88

**Tabla 9.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de bacalao en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 88

**Tabla 10.** Test *a posteriori*, test de Tukey. Procedimiento de comparación de pares múltiples. Entre los datos de captura de bacalao en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, para las décadas de: 1970, 1980, 1990 y 2000..... 89

**Tabla 11.** Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de captura de bacalao en las islas Robinson Crusoe - Santa Clara y las décadas.. Correlación significativa  $p$  valor  $< 0,05$ .....89

**Tabla 12.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de bacalao en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .....90

- Tabla 13.** Análisis de regresión lineal y correlación entre los datos de peso promedio de bacalao para las islas Robinson Crusoe - Santa Clara y las décadas. Correlación significativa p valor  $<0,05$ ..... 90
- Tabla 14.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de vidriola en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p<0,05$ ..... 91
- Tabla 15.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de vidriola en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p<0,05$ ..... 91
- Tabla 16.** Promedios por década, de captura y peso, de los recursos langosta, breca, bacalao y vidriola en la isla Alejandro Selkirk y porcentaje de disminución de las capturas de langosta y bacalao entre una década y la siguiente, en las isla Alejandro Selkirk..... 92
- Tabla 17.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de langosta en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p<0,05$ ..... 92
- Tabla 18.** Análisis de regresión lineal y correlación entre los datos de captura de langosta en la isla Alejandro Selkirk y las décadas. Correlación significativa p valor  $<0,05$ ..... 93

- Tabla 19.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de langosta en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 93
- Tabla 20.** Análisis de regresión lineal, de las variables Peso promedio de langosta y décadas, para la isla Alejandro Selkirk..... 94
- Tabla 21.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de breca en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 94
- Tabla 22.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de breca en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 94
- Tabla 23.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de bacalao en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 95
- Tabla 24.** Análisis de regresión lineal y correlación entre los datos de captura de bacalao en la isla Alejandro Selkirk y las décadas. Correlación significativa  $p$  valor  $< 0,05$ ..... 95

**Tabla 25.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de bacalao en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 96

**Tabla 26.** Análisis de regresión lineal y correlación entre los datos de peso promedio de bacalao, en la isla Alejandro Selkirk y las décadas. Correlación significativa  $p$  valor  $< 0,05$ .....96

**Tabla 27.** Análisis de correlación de Pearson entre los datos de captura de langosta de la encuesta a pescadores y los datos de Arana *et al.*, (2006). Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 97

**Tabla 28.** Análisis de correlación de Pearson entre los datos de captura de langosta de la encuesta a pescadores y los datos de Ernst *et al.*, (2008). Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 97

**Tabla 29.** Análisis de correlación de Pearson entre los datos de captura de langosta de la encuesta a pescadores y los datos provenientes del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 98

**Tabla 30.** Comparación entre pares de datos (Pairwise correlations Analysis) para los diferentes estudios acerca de capturas de langosta en el Archipiélago de Juan Fernández. Nivel de significancia  $p < 0,05$ ..... 98

<b>Tabla 31.</b> Desembarque de Bacalao de Juan Fernández por caleta (toneladas). Fuente (SERNAPESCA).....	99
--	----

## **RESUMEN**

En este estudio se reconstruyó la historia de los indicadores de abundancia en pesquerías de: Langosta, Breca, Bacalao y Vidriola del Archipiélago de Juan Fernández a través de entrevistas realizadas a pescadores artesanales. Con este objetivo, se entrevistó a 74 pescadores artesanales del Archipiélago (cinco de ellos, ancianos ya retirados de la pesca) y se comparó la percepción de los pescadores respecto a las tendencias en las capturas del recurso langosta, con información de otros estudios realizados y con información proveniente de SERNAPESCA.

Las tendencias en la CPUE observadas a partir de los datos de la encuestas, muestran que la captura disminuye significativamente en Robinson Crusoe y Santa Clara entre la década de los 70 a la década del 2000. En la isla Alejandro Selkirk se observó la misma tendencia, la CPUE disminuyó desde la década de los 80 a la década del 2000, sin embargo la diferencias entre décadas no fue significativa. Estas tendencias no se correlacionaron la información recopilada a partir de la revisión bibliográfica. Otros autores, describen un aumento en la CPUE para la década del 2000, lo cual pudo haber sido subestimado por los pescadores, o bien no haber sido percibida.

En cuanto a la percepción de las capturas de peces en el Archipiélago y los recursos explotados por pescadores locales (breca, vidriola) no muestran disminuciones importantes en abundancia; mientras que el bacalao que es un recurso explotado por flotas foráneas ha disminuido drásticamente sus capturas. Este hecho se evidencia en la percepción de los pescadores, que apuntan a la pesca industrial foránea como la principal amenaza contra la biodiversidad y sustentabilidad de los recursos del Archipiélago. En este sentido, la gran mayoría de los pescadores entrevistados apoya la idea de establecer un área marina protegida que excluya la

pesca industrial, aun cuando ésta considere el establecimiento de zonas de exclusión total de pesca, tanto en océano abierto como en zonas costeras.

## **ABSTRACT**

In this study the history of abundance indicators was reconstructed for fisheries of: "langosta", "bacalao", "breca" y "vidriola" in the Juan Fernández Archipiélago through surveys applied to artisanal fishermen. With this aim, 74 artisanal fishers from the Archipelago (even, retired senior fishers) were interviewed and perception of fishers was compared in relation to capture trends for "langosta", with information from other studies and with data from SENAPESCA.

Observed trends in Capture for Effort Unit (CPUE) from survey data, show that captures significantly diminish in Robinson Crusoe and Santa Clara during the 70s and 2000s. At Alejandro Selkirk Island the same trend was observed, the CPUE diminished from the 80s to 2000s, yet the differences among decades were not significant. These trends were not correlated with the information compiled from the literature review. Other authors describe an increase in the CUE for the 2000s which could have been sub estimated by fishers or not perceived at all.

The perception of fish capture in the Archipiélago and the resources exploited by local fishers ("breca", "vidriola") do not show important decreases in abundance: while the "bacalao" is a resource exploited by foreign fishers and has drastically diminished its captures. This fact shows up in fishermen perception that target foreign industrial fisheries as the principal threat against biodiversity and sustainability of Archipiélago resources. In this sense, the vast majority of fishers interviewed supported the idea of establishing a marine protected area that excludes industrial fishing, even if it considers establishing exclusion zones total in both open ocean and coastal areas.

## **INTRODUCCIÓN**

### **La importancia de las pesquerías:**

El sector pesquero es crucial para la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza y el bienestar general (FAO, 2011). La fuerte demanda en la última década (en el año 2008 el consumo alimenticio de pescado alcanzó un récord histórico de casi 17 Kg por persona) junto a la incesante presión sociopolítica, han hecho aumentar las capturas, lo que junto a la incertidumbre intrínseca en la predicción de la extracción, provocando un colapso en las poblaciones explotadas y poniendo en riesgo la sustentabilidad de los recursos pesqueros (Botsford *et al.*, 1997).

La captura mundial de peces marinos está llegando a su límite superior (Botsford *et al.*, 1997), siendo ampliamente reconocido que muchas de las poblaciones mundiales de peces están en declive (Pauly *et al.*, 1998). Esta crisis global no sólo está asociada a la creciente demanda, sino también a las políticas de libre acceso y subsidios han promovido la sobrecapitalización de la actividad pesquera (García & Newton, 1997). Estos subsidios provocan un gran impacto en la sustentabilidad de los recursos pesqueros, ya que reducen el costo de las operaciones de pesca, lo que proporciona un incentivo a los pescadores para aumentar sus capturas. Esto conlleva a una disminución en el esfuerzo pesquero y agrava los problemas existentes de sobreexplotación de los recursos (Milazzo, 1998).

Como resultado de la alta demanda, en el año 2008 se estimó que un 80% de las poblaciones de organismos marinos estaban sobreexplotadas y/o en plena explotación (FAO, 2009). Los datos más recientes reportan que un 85% de las pesquerías están en la categoría de explotación plena o sobreexplotadas (FAO, 2011).

En Chile el panorama es similar, ya que según el informe elaborado por SUBPESCA el año 2012, se contemplaron treinta y tres pesquerías o unidades de pesquerías, quince de las cuales

calificaron en Plena Explotación, diez como Sobreexplotadas, tres como Agotadas o Colapsadas y para las cinco restantes no se cuenta con información. De las pesquerías sobre explotadas, cinco presentan riesgo de agotamiento y de las pesquerías en Plena Explotación, tres presentan riesgo de Sobre Explotación (SUBPESCA 2013). Estos datos son alarmantes, considerando que el 12 % de la población mundial depende directa o indirectamente de los recursos del mar (FAO, 2011).

### **El impacto de las pesquerías en los ecosistemas marinos:**

El impacto humano sobre los océanos ha llegado absolutamente a todos los ecosistemas marinos, según muestran los resultados de modelos del impacto ecológico del conjunto de conductores antropogénicos que afectan ecosistemas específicos a gran escala (Halpern *et al.*, 2008). Las zonas oceánicas, y particularmente las costeras, están afectadas por múltiples fuentes de impacto humano. Si bien existe una zona de bajo impacto ubicada en las áreas polares, donde largos periodos de hielo impiden su acceso, las proyecciones a futuro suponen que el derretimiento de los hielos aumentará sustancialmente el impacto humano en estas zonas (Halpern *et al.*, 2008). Entre las actividades humanas que han afectado el ambiente marino se encuentra la actividad pesquera, la cual ha alterado y degradado los ecosistemas marinos directa e indirectamente, sobre todo en regiones costeras donde la pesca y otras actividades antropogénicas son más intensas. Los principales agentes de impacto humano sobre los ecosistemas marinos se dividen en dos categorías, los directos y los indirectos. Los agentes directos son los que se producen mediante la remoción de especies objetivo, y los agentes indirectos, son aquellos que incluyen la pesca incidental y la destrucción de los hábitats (Botsford *et al.*, 1997).

Existen numerosos ejemplos de agotamiento de recursos en el mundo debido a los agentes antes mencionados, estudios acerca la historia de las pesquerías revelan que la sobrepesca es una de las

causas fundamentales de la disminución de las especies marinas (Pauly *et al.*, 2002; Pauly *et al.*, 2007). Un ejemplo de ello se ve representado en la caída de las poblaciones de sardina frente a California y Japón a fines de 1940 y de anchoveta en las costas Chile y Perú en 1970. Estos colapsos son de gran importancia, ya que ambas especies representan una fracción dominante de las capturas mundiales (Bostford *et al.*, 1997). En la década del 90 se observó, una tendencia diferente en las especies a las cuales iba dirigido el esfuerzo pesquero, la cual se orientaba a la obtención de especies de bajo nivel trófico como sardina, arenques y anchovetas (Pauly *et al.*, 1998), que tuvo un efecto sobre la estructura de los ecosistemas marinos: reduciendo las redes tróficas, disminuyendo la resiliencia de los ecosistemas ante las variaciones ambientales y aumentando el riesgo de colapso (Pauly *et al.*, 2007). También existe un grave y particular impacto en especies longevas y con baja tasa de reproducción (Arana & Castilla, 1997). Entre este grupo se encuentra la pesquería de bacalao (*Gadus morhua*) de Canadá (Bostford *et al.*, 1997), así como también la pesquería del orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) cuya amplia distribución incluye los océanos Atlántico, Índico y Pacífico y, particularmente, los montes submarinos del Archipiélago de Juan Fernández (Lagos, 2006).

### **La falta de información, una de las grandes barreras:**

A pesar del panorama mundial anteriormente descrito, y luego de una larga historia de sobreexplotación, actualmente existen esfuerzos para restaurar los ecosistemas marinos y reconstruir las pesquerías (Worm *et al.*, 2009). Las predicciones catastrofistas como las propuestas por Worm (2006) y el impacto de la pesca en los niveles tróficos menores propuesto por Pauly 1998, han sido recientemente reanalizados (Worm *et al.*, 2009). En cinco de los diez ecosistemas mejor estudiados, las tasas promedio de explotación han disminuido últimamente a niveles inferiores a las capturas máximas sostenibles. Un 63% de los stocks de los recursos

pesqueros en plena explotación, requieren acciones para su reconstrucción y la disminución de la tasa de explotación actual. Sin embargo, las pesquerías que se han incluido en estos análisis son sólo aquellas que están siendo sujetas a evaluaciones de stocks. Además de la falta de información, se suman el efecto de las flotas internacionales y la falta de alternativas de pesca, lo que complica la perspectiva de la pesca en regiones más pequeñas. Por este motivo, se requiere una perspectiva global en la reconstrucción de los recursos marinos (Worm *et al.*, 2009). Una de las incertidumbres asociadas a la evaluación y ordenación de recursos es según Hilborn & Peterman (1995), la estimación de la abundancia del recurso.

Los métodos directos de evaluación de stock que determinan la abundancia de los recursos, independientes de los datos pesqueros, son escasos. La mayoría de las evaluaciones de stock dependen fuertemente de datos pesqueros que tienen diferentes fuentes de error. Estos sesgos tienen relación con datos incompletos de capturas, o subestimaciones que resultan en índices de abundancia lejanos a la realidad o estimaciones de la estructura de una población significativamente diferentes a las observadas (FAO, 1997).

Otra fuente de error en la evaluación de stock, es la estimación de esfuerzo pesquero, que mide la intensidad de las operaciones de pesca (Dreyfus-León *et al.*, 2011). Debido a que la distribución del esfuerzo pesquero es bastante dinámico la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) no siempre es proporcional a la abundancia (Gaertner & Dreyfus-Leon, 2004).

Esta relación no lineal permite concluir desde hace tiempo que la CPUE podría no reflejar los cambios en la abundancia (Gaertner & Dreyfus-Leon, 2004). Esto implicaría que la interpretación de los datos de CPUE podría llevar a una sobreestimación de la biomasa y consecuente subestimación de la mortalidad por pesca. A pesar de estos antecedentes, y reconociendo que el

CPUE ha sido utilizada como índice simple, éste sigue siendo utilizado para determinar la abundancia de stock, sin tomar en cuenta el análisis cuidadoso que demanda (Hilborn & Walters, 1992.)

La mayoría de las pesquerías, no presentan datos de evaluaciones directas o indirectas acerca de la CPUE). Esto conlleva a recientes reportes que indican la existencia de 263 pesquerías con evaluaciones de stock (a través estimaciones directas o indirectas) en el mundo y 1658 no presentan información que sustente evaluaciones de stock (Costello *et al.*, 2012).

En Chile los métodos de evaluación indirecta de stock se encuentran orientados a establecer la situación de diferentes recursos, utilizando información proveniente de la actividad pesquera y del conocimiento biológico de la población (INPESCA Chile). Para la pesca industrial la abundancia total del stock se estima a través de campañas experimentales, experimentos de marcaje con captura y recaptura, análisis de CPUE, entre otros. Los datos de CPUE de la flota pesquera industrial son empleados frecuentemente para calcular índices de abundancia relativa de las pesquerías pelágicas (Cubillos *et al.*, 1998). Estas evaluaciones consideran tanto la cobertura espacial de los datos como análisis del coeficiente de capturabilidad.

#### **La búsqueda de alternativas:**

Las evaluaciones de stock, que carecen de datos completos de captura, pueden generar situaciones muy diversas. Existen algunos casos en que bitácoras de pesca que no están disponibles, no existen, o los datos son relativamente recientes para proporcionar información que permita reconstruir el tamaño histórico de las poblaciones (Daw, 2008; Haggan *et al.* 2007; Paterson, 2010). Al contrario, el conocimiento de los pescadores siempre está disponible. En la última década se ha incrementado el interés por la incorporación del conocimiento de los

pescadores en las evaluaciones cuantitativas (Daw, 2008; Neis & Baird, 2007; Paterson, 2010) a pesar de los obstáculos prácticos para su uso, por el debate existente acerca de la veracidad y exactitud de los datos aportados por los pescadores (O'Donnell *et al.*, 2010), por ejemplo las bitácoras y los registros de zarpes no son exactos, pero a pesar de esto sí se reconoce que los pescadores trabajan los recursos durante años y que gran parte de su conocimiento corresponde a un traspaso generacional de cultura y trabajo, razón por la cual este conocimiento podría aportar información valiosa acerca de especies comerciales y no comerciales, para las cuales no se cuenta con información en una escala de tiempo necesaria para las evaluaciones de stock (Peterson *et al.* 2010).

Una de las herramientas que se ha utilizado para incorporar el conocimiento de los usuarios son las entrevistas, como fuente de información valiosa para complementar la información existente. Este enfoque sigue siendo subestimado por algunos científicos pesqueros, un argumento común en contra de la utilidad de esta información, es la suposición de un sesgo retrospectivo en la memoria de los usuarios, que tienden a exagerar los datos (O'Donnell *et al.*, 2010 & Paterson *et al.*, 2010). Sin embargo, estudios recientes realizados con el Caballito de mar en Filipinas (*Hippocampus comes*) dan cuenta del valor de la percepción de los pescadores, incluso la percepción retrospectiva, en la determinación de abundancia de stocks explotados. El trabajo de O'Donnell *et al.* (2010) deja claro que la pesquería del Caballito de mar ha sufrido graves caídas históricas y que confiar sólo en los datos de las últimas décadas puede subestimar el riesgo de extinción de una especie.

Con el fin de mejorar nuestra capacidad de conservación y de una gestión sostenible de los recursos marinos, nuestra base de información puede ser mejorada a través de la consideración e inclusión del conocimiento de los pescadores dentro de las evaluaciones de las pesquerías. Los

pescadores interactúan con especies y ecosistemas marinos a diario y en muchos casos, su conocimiento es la única fuente de información disponible sobre la historia de los cambios en los ecosistemas locales (Paterson *et al.*, 2010).

En muchas pesquerías de Chile existe escasa información, sobre todo en aquellas zonas más aisladas como ocurre en el Archipiélago de Juan Fernández, por lo que la participación activa de los pescadores en la recolección de información ha sido fundamental, como en el caso particular de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) y la información necesaria, para la comprensión del proceso de pesca y la construcción de indicadores fiables de abundancia de algún recurso en particular, no se puede recoger sin la participación activa de los pescadores (Ernst *et al.*, 2010).

#### **Archipiélago de Juan Fernández, como modelo de estudio:**

Uno de los recursos destacados en el Archipiélago de Juan Fernández por su importancia socioeconómica es la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) representando la principal actividad realizada por los habitantes, en el Archipiélago (Arana & Vega, 2000), constituyendo prácticamente el 100% de los ingresos económicos en isla Alejandro Selkirk, influyendo en el asentamiento urbano en esta isla, que ocurre exclusivamente en periodos de extracción de langosta (Ernst *et al.*, 2008). Esta pesquería se ha realizado en forma continua desde 1893 (Arana *et al.*, 2000) siendo el 80% de las capturas nacionales de este recurso (Chamorro, 1995; Ernst *et al.*, 2010), cuyas capturas llegaban entre los 35.000 a 40.000 ejemplares al año (Arana, 1985; Chamorro, 1995). Esta pesquería, considerada artesanal, se desarrolla en embarcaciones denominadas “chalupas de mar”, correspondiente a botes de doble proa de entre 8 y 10 metros de eslora, con motor fuera de borda (Anexo II, Fig.1) y se desarrolla desde el 1 octubre de cada año hasta el 15 de mayo del año siguiente (Arana & Vega, 2000). El recurso langosta, se distribuye

batimétricamente entre los 2 y 180 metros de profundidad y se captura a través de trampas rectangulares construidas artesanalmente con maderas locales (maqui o eucalipto), lo que les confiere un aspecto amigable con el medio ambiente, ya que no genera impacto al degradarse si se pierden o destruyen durante las faenas de pesca (Ernst *et al.*, 2010). Las trampas están compuestas por dos cámaras, cada una con una entrada cónica hacia el interior, llamada “buche” (Anexo II, Fig. 2), estas mismas trampas son a menudo utilizadas como viveros de profundidad para almacenar langostas comerciales, aunque también existen viveros de superficie (Anexo II, Fig. 3), los cuales están contruidos de manera similar a las trampas (Ernst *et al.*, 2010). El único avance tecnológico introducido en este sistema de pesca, es la incorporación del “chigre” (Anexo II, Fig. 4 ) a fines de los años noventa, estos son pequeños tornos hidráulicos que permiten reducir el tiempo de manipulación de las trampas, permitiendo un mayor número de visitas por viaje de pesca (Ernst *et al.*, 2010).

Los registros de desembarque anuales de Langosta se iniciaron a principios de 1930, por la cooperativa de pescadores. Estos datos fueron recopilados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) hasta el año 1977, mientras que desde el año 1978 y hasta la actualidad estos registros de desembarques han sido recogidos por el Servicio Nacional de Pesca. Estos registros se consideran como la serie de tiempo más larga de las pesquerías en Chile (Ernst *et al.*, 2010). Históricamente los desembarques han provenido de: Islas Robinson Crusoe y Santa Clara, isla Alejandro Selkirk e Islas Desventuradas cuya flota se transporta esporádicamente y es dependiente de la flota de Robinson Crusoe. (Arana 1987), siendo las primeras las de mayor relevancia respecto a su extracción (Ernst *et al.*, 2010). En Robinson Crusoe y Santa Clara, operan entre 40 y 50 botes en cada temporada de pesca y en el Alejandro Selkirk, cada año se desplaza una flota de 10 botes desde Robinson Crusoe con los pescadores y sus familias (Ernst *et al.*, 2010). Estas islas han

presentado una pronunciada variación anual en las últimas décadas, producto de factores naturales que afectan la abundancia de este recurso, de factores ambientales que pueden afectar el reclutamiento en esta especie y de condiciones climáticas que afectan el esfuerzo pesquero (Arana & Vega, 2000). La información de captura de langosta recopilada anualmente por el Servicio Nacional de pesca no permite discriminar la procedencia de las langostas desembarcadas, lo que perjudica los esfuerzos por determinar la productividad real de cada sistema (Ernst *et al.*, 2010). Recién en el año 2011 los anuarios de pesca separan los desembarques de Robinson Crusoe y Santa Clara de los desembarques de Alejandro Selkirk, que son los sistemas que consideraremos en este estudio.

Entre los desembarques reportados para el Archipiélago de Juan Fernández, actualmente destacan también: la breca (*Cheilodactylus gayi*), el bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*), la anguila (*Ophichthus* sp.), el jurel (*Trachurus murphyi*), el pampanito (*Scorpiis chilensis*) y la vidriola (*Seriola lalandi*) (Arana *et al.*, 2006) los cuales son capturados con espineles verticales y líneas de mano (“chispa”) y utilizados principalmente como carnada, siendo la breca una de la más representativas (Ernst *et al.*, 2010) (Anexo II, Fig. 5). Para todas estas especies se cuenta actualmente con datos del Servicio Nacional de Pesca, el cual lleva un registro anual de desembarques. No obstante, la langosta es la única especie donde existen datos en una serie de tiempo más larga y continua, además de un gran número de estudios científicos de tipo descriptivo que remontan hacia la década de 1930, como los de Segerstrale, 1931; Lobell *et al.*, 1947; Bahamonde, 1948; Canessa, 1965 y Ulloa, 1968 (Ernst *et al.*, 2010).

Nuevas investigaciones con datos pesqueros se iniciaron en la década de 1970 con Arana & Melo, 1973 y Pizarro & Tiffou, 1974. Las evaluaciones de stock vinieron más adelante en la década de 1980 con Larrain & Yañez, 1983; Arana, 1983; Yañez *et al.*, 1985; Henríquez *et al.*,

1985; Yañez *et al.*, 2000; Arana *et al.*, 2006 y Ernst *et al.*, 2010. En los últimos 40 años la investigación biológica y pesquera de la langosta en el Archipiélago ha sido esporádica en el tiempo, destacando proyectos realizados sólo en algunas temporadas (Ernst *et al.*, 2010). Los estudios realizados han permitido registrar, por ejemplo, el esfuerzo ejercido, estableciendo la distribución espacial de las trampas y los rendimientos por zona de pesca y rango de profundidad en que se efectúan las capturas. Pese a la existencia de esta valiosa información, se hace cada vez más necesaria la continuidad de la información, para mejorar la capacidad de análisis e inferencias respecto a la dinámica de la especie y así visualizar la evolución de la pesquería en el tiempo, siendo entonces posible evaluar la eficiencia de las medidas de manejo vigentes (Arana & Melo, 2000).

Actualmente, existen regulaciones permanentes en el Archipiélago para la pesquería de langosta, algunas de ellas aplicadas incluso desde principios de siglo, las cuales fueron autoimpuestas por los pescadores y que se han mantenido hasta ahora con leves modificaciones (Arana, 1985).

Las medidas de regulación actuales, comprenden:

- Talla mínima legal de 115 mm de longitud cefalotorácica (D.S. (MIN FOM) N° 1584 de 1934).
- Veda indefinida de hembras con huevos (D.S. (MIN FOM) N° 1584 de 1934).
- Veda biológica que rige entre el 15 de mayo y el 30 de septiembre de cada año en todo el Archipiélago de Juan Fernández (D.S. (MINAGRI) N° 223 de 1963 y D.S. (MINECON) N° 311 de 2004).
- Trampa como único arte de pesca permitido para capturar langosta en el Archipiélago de Juan Fernández e Islas Desventuradas (Res. (SUBPESCA) N° 957 de 1992).

- La comercialización de ejemplares vivos durante la veda, con previa declaración de la captura antes del 15 de mayo y vendidas en fresco hasta el 20 de Septiembre (Decreto N°399 de 1967, D.O. N°26.796 de 1967).

Adicionalmente, durante el período 2004/2009 y nuevamente para 2009/2014 se ha cerrado el registro de inscripción de naves y pescadores al recurso langosta de Juan Fernández (Ernst *et al.*, 2010).

Existe además un sistema que emerge de la comunidad que, en conjunto con las regulaciones emanadas desde las autoridades, ha permitido la sustentabilidad de esta pesquería por aproximadamente 100 años. Se trata de un sistema tradicional de manejo de lugares individuales discretos de pesca (IDFS, Individual discrete fishing spots) (Ernst *et al.*, 2010). A este manejo tradicional interno se le denomina comúnmente sistema de “Marcas”, el cual ha sido muy efectivo y reconocido por la comunidad del Archipiélago, ya que les ha permitido mantener una gran organización en la distribución espacial del esfuerzo por embarcación. A pesar de la existencia de numerosas aproximaciones de manejo basados en las comunidades a nivel mundial, el modelo de Juan Fernández es único en su género (Ernst *et al.*, 2010).

Para incorporar el conocimiento de los pescadores en las evaluaciones pesqueras, y con motivo de cumplir el apoyo técnico del proyecto FPA "Propuesta Plan de Administración para una Futura Área Marina Costera Protegida. Educación Ambiental y Participación Ciudadana como Base del Éxito", se realizó un viaje, en el buque de la Armada “Valdivia”, a la Isla Robinson Crusoe ubicada a 670 km. del continente, frente a las costas del Puerto de San Antonio.

En base a este estudio se realizó la presente tesis, cuyo objetivo fue reconstruir la historia de los indicadores de abundancia de cuatro de las principales pesquerías del Archipiélago de Juan Fernández, a través de entrevistas a pescadores artesanales ya que sus características pesqueras y

los datos de registro que posee acerca de la explotación de sus recursos podría considerarse como un caso típico de las más de 1658 pesquerías del mundo, que no cuentan con información que sustente evaluaciones de stock, donde la percepción presente-pasado de los pescadores podría ser considerada como una importante fuente de información.

### **Hipótesis de trabajo**

**H<sub>0</sub>:** El conocimiento local de pescadores artesanales no tiene una correlación positiva con la información proveniente de estudios indirectos de abundancia expresados en CPUE.

**H<sub>1</sub>:** El conocimiento local de pescadores artesanales tiene una correlación positiva con la información proveniente de estudios indirectos de abundancia, expresados en CPUE.

### **Objetivo general**

Reconstruir la historia de los indicadores de abundancia de las principales pesquerías del Archipiélago de Juan Fernández a través de entrevistas a pescadores artesanales.

### **Objetivos específicos**

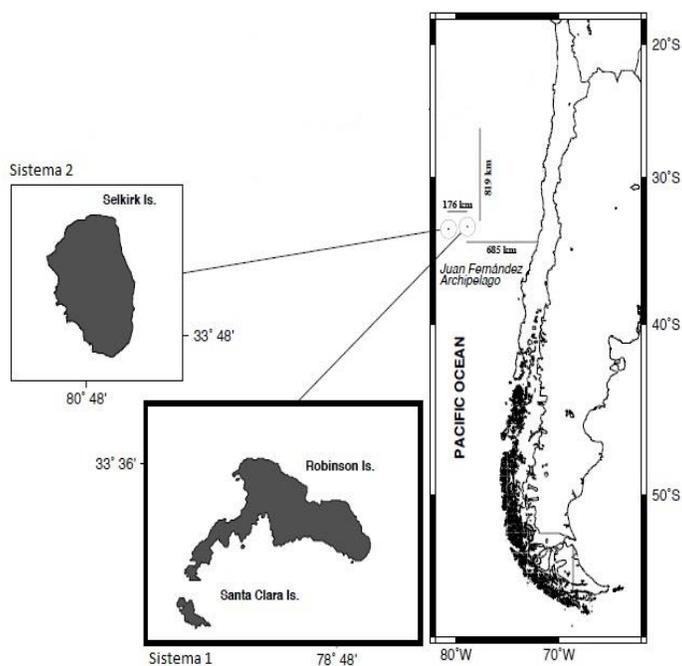
- 1) Recopilar a través de una encuesta, la percepción de los pescadores acerca de la abundancia actual e histórica de las pesquerías de langosta, bacalao, vidriola y breca.
- 2) Compilar información documentada de captura y esfuerzo pesquero utilizados para estimaciones indirectas de abundancia en langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*).
- 3) Comparar los resultados de abundancia recopilados a través de las encuestas con información documentada de langosta (*Jasus frontalis*).

- 4) Recopilar información acerca de la percepción de los pescadores respecto al estado de conservación del ecosistema marino del Archipiélago de Juan Fernández y sus principales amenazas.

## MATERIALES Y METODOS

### **Área de estudio.**

El área de estudio corresponde al Archipiélago de Juan Fernández (Fig. 1), ubicado en el Océano Pacífico Sur Este, entre los 33° 36' y 33° 46' S de latitud y 80° 47' y 78° 47' O de longitud, a 670 Km de la ciudad portuaria de Valparaíso. En superficie, el Archipiélago está compuesto por tres islas volcánicas, correspondientes a Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk, además de múltiples montes submarinos



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio, Archipiélago de Juan Fernández, V Región de Valparaíso, Chile (modificado, Ernst *et al.*, 2010).

## **Metodología.**

Para recoger la información necesaria, la permanencia en la isla fue desde Abril hasta Agosto del año 2009. Durante los dos primeros meses (Abril-Mayo) se realizó una revisión bibliográfica de las pesquerías de Juan Fernández y se asistió a reuniones del sindicato de pescadores (STIPA), con motivo de lograr una mayor comprensión de las actividades de pesca realizadas en el Archipiélago. Con este material se confeccionó una encuesta durante el mes de Junio, que se ejecutó durante los meses de Julio y Agosto de 2009 (Anexo II, Fig. 6).

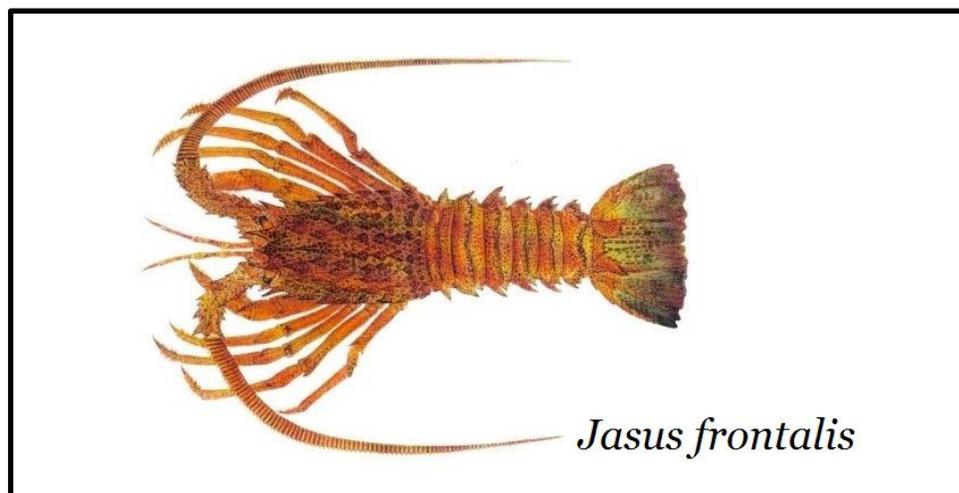
El propósito de esta encuesta fue recopilar información actual e histórica de cuatro de los principales recursos pesqueros: langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), breca (*Cheilodactylus gayi*), bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*) y vidriola (*Seriola lalandi*), para reconstruir indicadores de abundancia desde los años 70 hasta el 2000 (Figuras 2, 3, 4 y 5).

La formulación de las preguntas de la encuesta se basó en la información recopilada y ésta se dividió en los siguientes ítems (Fig. 6):

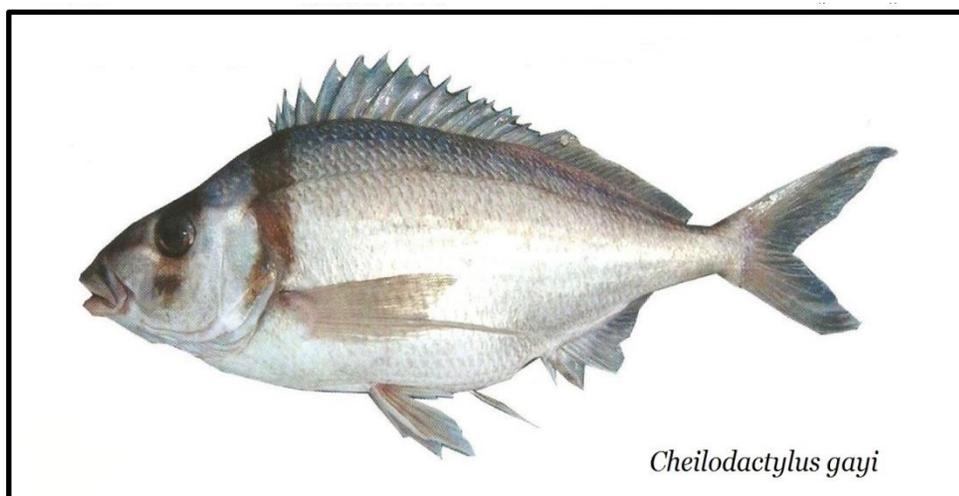
Primer ítem: Preguntas de Identificación de los Pescadores; años de residencia, años de trabajo como pescador, isla en la cual desarrollan sus actividades de pesca, y en el caso de pescadores retirados, año del retiro.

Segundo ítem: Preguntas de Información que estaban enfocadas a los recursos que capturan actualmente indicando la carnada a utilizar. Seguido se preguntaba acerca de la captura promedio por faena de pesca (unidades por salida o viaje de pesca) en el caso de la langosta y Kilogramo por salida en el caso de los peces), además del peso promedio de ambos recursos (peces y crustáceos), el arte de pesca utilizado.

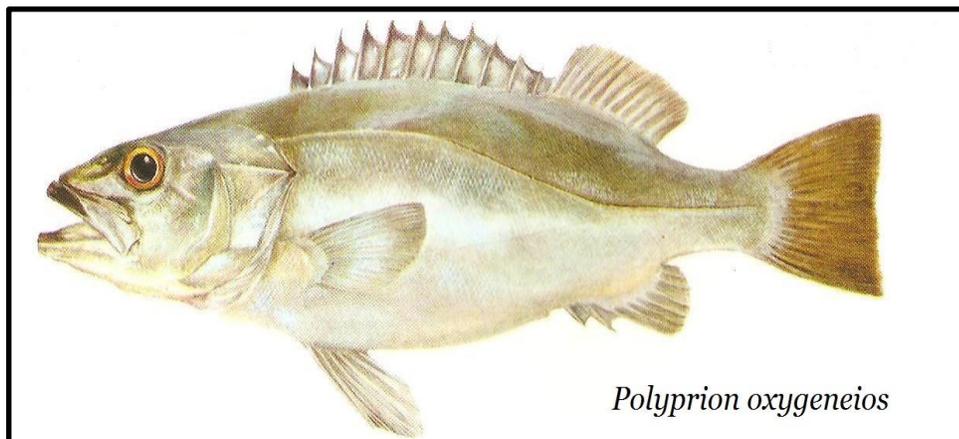
Tercer ítem: Preguntas de opinión respecto a las amenazas que enfrenta la pesquería en el Archipiélago y el ambiente marino en general e identificación de especies en peligro. Por último, se realizaron preguntas de intención para conocer la actitud de los pescadores frente a la protección de las especies endémicas del Archipiélago y de la biodiversidad del ambiente. Las entrevistas se realizaron donde se encontraban a las personas. Así, las entrevistas fueron realizadas en la capitanía de puerto de Juan Fernández, la caleta de pescadores de la Bahía Cumberland, la sede del sindicato de pescadores STIPA y en el domicilio particular de los pescadores, sobre todo en el caso de los ancianos retirados de la pesca.



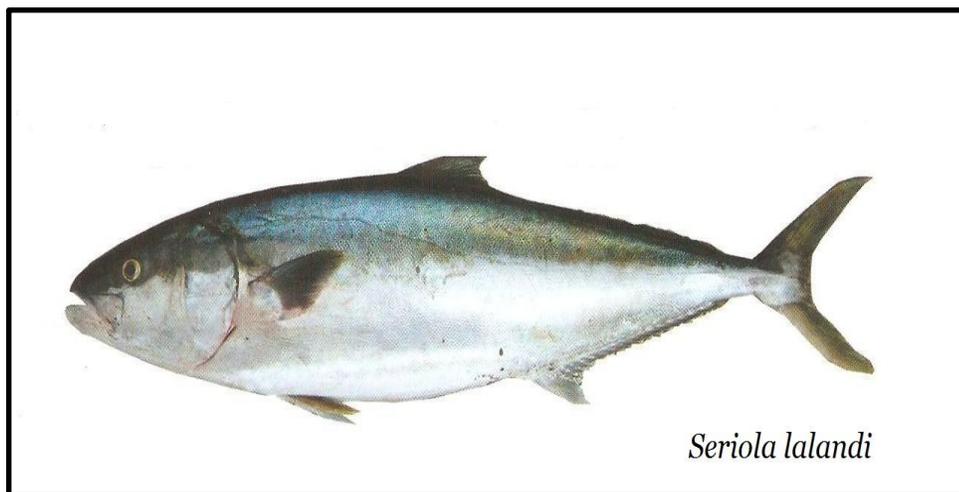
**Figura 2.** Recurso langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*. Milne Edwards, 1837)



**Figura 3.** Recurso breca (*Cheilodactylus gayi*. Kner, 1865)



**Figura 4.** Recurso bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*. Bloch & Schneider, 1801)



**Figura 5.** Recurso vidriola (*Seriola lalandi*. Valenciennes, 1833)

**Encuesta a pescadores artesanales, Archipiélago de Juan Fernández (Año 2009).**

**I. Ítem de identificación:**

- 1) ¿Cuántos años lleva viviendo en la isla?
- 2) ¿Cuántos años ha trabajado como pescador?
- 3) Si ya se encuentra retirado de la pesca ¿En qué año se retiró? (y referenciar en el resto de las preguntas el tiempo actual al tiempo de retiro)
- 4) ¿En qué isla desarrolla sus labores de pesca?

**II. Ítem de información:**

- 5) ¿Qué recursos explota allí actualmente? (mencionar hasta dos, los más importantes o los más importantes al momento de retirarse para los jubilados de la actividad)
- 6) Actualmente, (o cuando aún pescaba) ¿Cuánto captura por día de estos recursos? (Unidades por salida para la langosta y kilogramos por salida para los peces)
- 7) ¿Con qué arte de pesca los extrae o los extraía? (indicar para cada recurso)
- 8) ¿De qué tamaño son los recursos que extrae o extraía? (en kilogramos)
- 9) ¿De qué tamaño eran estos mismos recursos hace 10 años?
- 10) ¿Cuánto capturaba de estos recursos, en una faena de pesca hace 10 años? (unidades y/o kilogramos)
- 11) ¿De qué tamaño eran estos mismos recursos hace 20 años?
- 12) ¿Cuánto capturaba de estos recursos, en una faena de pesca hace 20 años? (unidades y/o kilogramos)
- 13) ¿Existe algún recurso que Ud. NO haya mencionado y que actualmente no se capture o se capture muy poco?
- 14) ¿A qué distancia del pueblo estaba su marca en esa época? (hace 10 años)
- 15) ¿De qué tamaño eran esos recursos hace 25 años?
- 16) ¿Cuánto capturaba por día de estos recursos hace 25 años? (Kg. O Unidades)
- 17) ¿A qué distancia del pueblo se encontraba su marca hace 25 años?
- 18) ¿Cuál es el recurso más grande que Ud. recuerde que se ha extraído en la Isla?
- 19) ¿Recuerda cuándo?

**III. Ítem de intención:**

- 20) ¿Cuáles son las amenazas que usted considera que enfrentan las pesquerías en el Archipiélago?
- 21) ¿Cómo piensa que podrían protegerse esos recursos?
- 22) ¿Cree Ud. Que además es importante proteger la biodiversidad marina así como se protege la biodiversidad terrestre en el Archipiélago?
- 23) ¿Estaría de acuerdo con la creación de un área costera marina protegida en el Archipiélago?

**Figura 6.** Encuesta aplicada a pescadores artesanales del Archipiélago de Juan Fernández.

**Objetivo específico 1. Recopilar a través de una encuesta la percepción de los pescadores acerca de la abundancia actual e histórica de la pesquería de langosta, breca, bacalao y vidriola.**

Para cumplir con este objetivo se utilizaron las respuestas del segundo ítem de la encuesta, los datos del primer ítem sólo se usaron para poder organizar los datos relacionados con los recursos en función de las islas en las cuales los pescadores desarrollaban sus actividades de pesca. La edad del retiro se utilizó para ordenar los datos de los pescadores en función a las décadas en las cuales se decidió investigar.

Finalmente para el segundo ítem se obtuvieron datos de captura y peso promedio de los recursos: langosta, breca, bacalao y vidriola de las islas de Isla Robinson Crusoe y Santa Clara y de la isla Alejandro Selkirk, separados entre sí, y para las décadas de los 70, 80, 90 y 2000.

### **Análisis de datos.**

#### **Isla Robinson Crusoe y Santa Clara:**

Los datos de captura y peso promedio de langosta, breca, bacalao y vidriola fueron traspasados a una planilla Excel, estandarizados con respecto al promedio de los valores indicados por los pescadores y luego con estos con valores se realizaron histogramas en Excel, para observar las tendencias de las capturas de las pesquerías anteriormente mencionadas.

Posteriormente para analizarlos se realizaron las pruebas de Q-Q Plot para probar la normalidad de los datos y test de Brown-Forsythe para la homogeneidad de varianzas). Como sólo se cumplió el supuesto de normalidad en los datos de captura y peso promedio de breca, a los datos de captura y peso promedio de: bacalao, vidriola y langosta, se les realizó una transformación con Logaritmo natural y los de peso promedio con logaritmo natural más uno ( $\ln+1$ ) para

normalizarlos. A los datos obtenidos de la transformación se les aplicó ANOVA de una, para identificar las diferencias de la captura entre décadas, esto se realizó en el paquete estadístico JMP versión 5.0.1. Para los análisis que presentaron diferencias significativas se les realizó el test *a posteriori*, de Tukey. Finalmente y luego de observar las tendencias entre décadas reflejada en los histogramas, los datos de los recursos langosta y bacalao, fueron analizados a través de una regresión lineal simple en el paquete estadístico JMP. La relación entre las variables captura promedio y décadas y la relación entre las variables peso promedio y décadas, fueron consideradas significativas con un p-valor menor a 0,05.

### **Isla Alejandro Selkirk:**

Los datos de captura y peso promedio obtenido de las encuestas para los recursos langosta, breca y bacalao, fueron traspasados a una planilla Excel, estandarizados con respecto al promedio de los valores indicados por los pescadores y luego con estos con valores se realizaron histogramas en Excel, para observar las tendencias de las capturas de las pesquerías anteriormente mencionadas. Luego se realizaron las pruebas de Q-Q Plot para probar la normalidad de los datos y test de Brown-Forsythe para la homogeneidad de varianzas y como no cumplieron con el supuesto de normalidad, se transformaron aplicándole Ln a los datos de captura y Ln+1 a los datos de peso promedio, sólo para el caso de la breca no fue necesario normalizar. Posteriormente, para identificar las diferencias de la captura entre décadas, se realizó un ANOVA de una vía en el paquete estadístico JMP versión 5.0.1. Para los análisis que presentaron diferencias significativas se les realizó el test *a posteriori*, de Tukey.

Finalmente y al igual que para los datos de langosta y bacalao de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, se realizó una regresión lineal simple en el paquete estadístico JMP para identificar una posible relación lineal positiva o negativa entre las variables: captura promedio y décadas y

peso promedio y décadas, las cuales fueron consideradas significativas con un p-valor menor a 0,05.

**Objetivo específico 2. Compilar información documentada de captura y esfuerzo pesquero utilizados para estimaciones indirectas de abundancia, de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*).**

Para cumplir con este objetivo se revisó la bibliografía publicada con referencias a la pesquería de langosta en el Archipiélago de Juan Fernández, construyéndose una base de datos a partir de la información pesquera contenida en la bibliografía seleccionada. Considerando que los antecedentes disponibles sobre la evolución histórica de la pesquería de langosta en el Archipiélago han sido efectuados en forma esporádica y restringida por lo general a cortos periodos de tiempo, principalmente restringida sólo al periodo de verano (Arana & Toro, 1985) y también considerando que los autores que han publicado acerca de la pesquería de Juan Fernández en particular, lo han hecho con diferentes unidades de captura entre sí, el criterio para la selección de la información fue: la obtención de datos de captura, en unidades de langosta por salida o unidades de langosta por trampa y que además esta información estuviera disponible idealmente desde los años setenta en adelante.

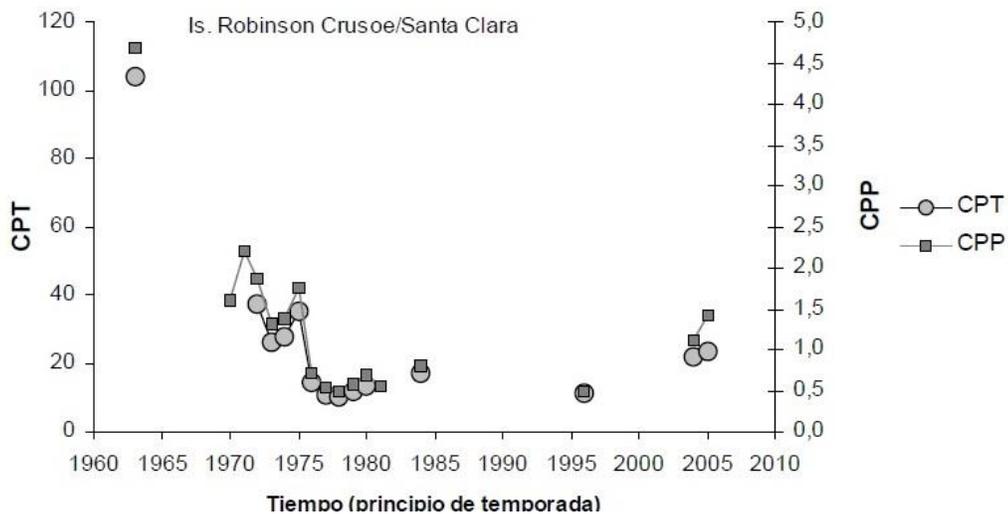
Los trabajos seleccionados para realizar la comparación con los datos obtenidos de la encuesta aplicada a pescadores Artesanales de Juan Fernández, fueron:

- Arana, P. Ahumada, M. Guerrero, A. Espejo, V. Yañez, E. Silva, C. & Orensanz, J. M. (2006). 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* (Fig. 7 y Fig. 8).

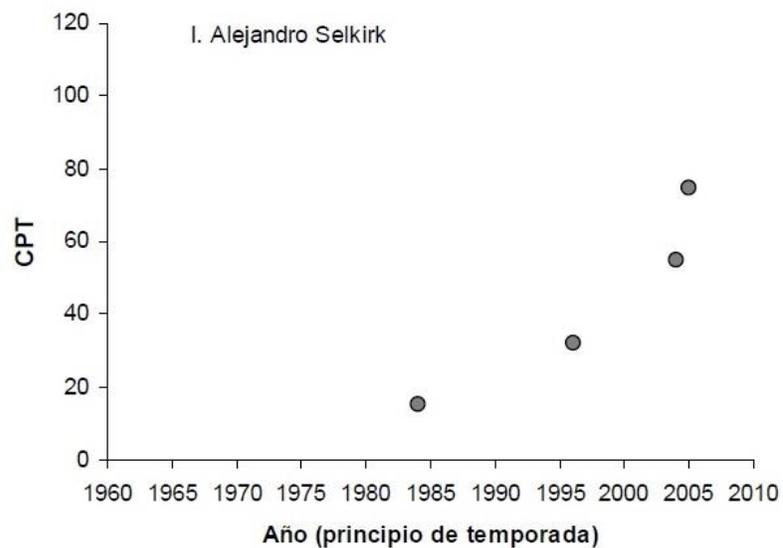
- Ernst, B., Parada, C., Manríquez, P., Chamorro, J., & Retamal, P. (2008). Dinámica poblacional y pesquera de la langosta en la isla Alejandro Selkirk. *Informe Final FIP*, 24, 1-70 (Fig. 9).
- Ernst, B., Manríquez, P., Orensanz, J.M., Roa, R., Chamorro, J. & Parada, C. (2010). Strengthening of a traditional territorial tenure system through protagonism in monitoring activities by lobster fishermen from the Juan Fernandez Islands, Chile. *Bulletin of marine science* 86, (2): 315-338. (Fig. 10 y Fig11).

Además se consideró los datos provenientes del Servicio Nacional de Pesca SERNAPESCA, organismo al cual se solicitó la información disponible, datos provenientes de los anuarios de pesca, los cuales fueron utilizados al igual que los datos de otros autores, para comparar las tendencias entre décadas para la captura de langosta (*Jasus frontalis*).

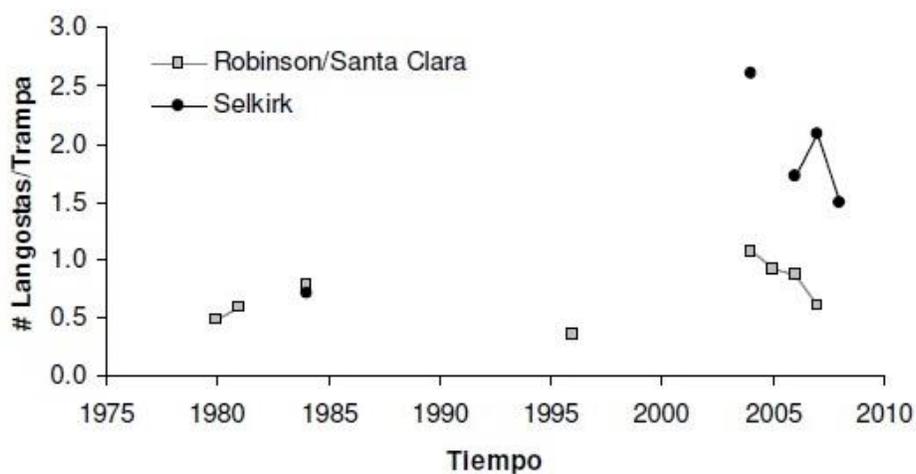
Finalmente con los datos obtenidos de los trabajos de Arana *et al* (2006) , Ernst *et al* (2008) Ernst *et al* (2010), y con los datos de SERNAPESCA, se realizaron gráficos de dispersión en el paquete estadístico R, a través de la función Plot (), con el fin de observar las tendencias descritas por cada autor a través del tiempo para las décadas de los 70, 80, 90 y 2000, así como también las tendencias obtenidas con los datos aportados por los pescadores a la encuesta aplicada en esta investigación, datos con los cuales también se confeccionó un gráfico de dispersión.



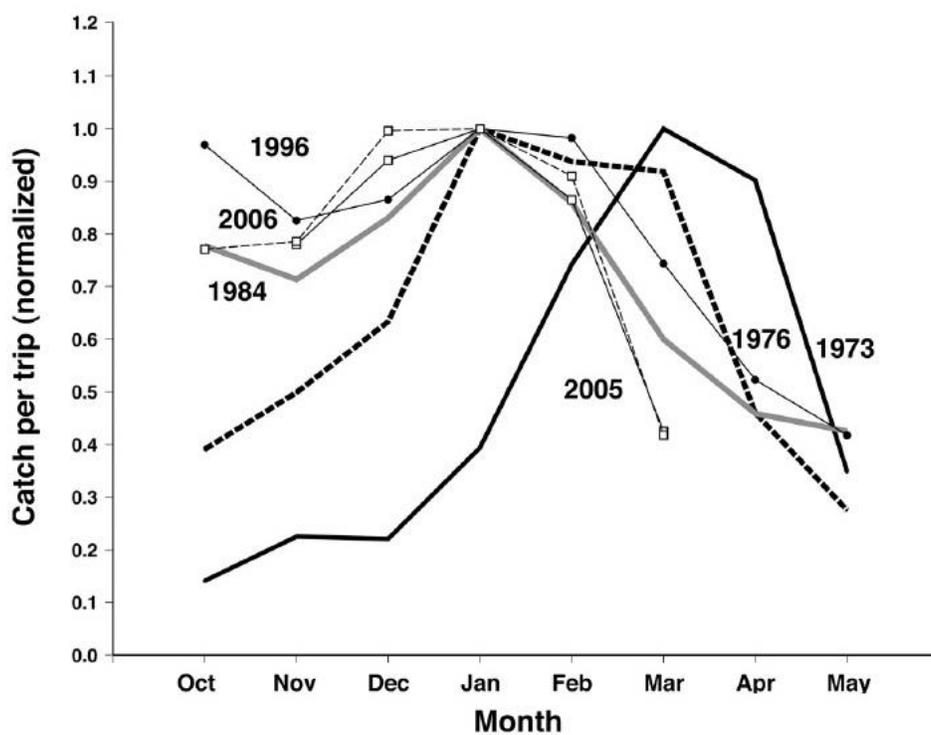
**Figura 7.** Gráfico de captura de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) por viaje (CPT) y captura por trampa (CPP) en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (Arana *et al.*, 2006).



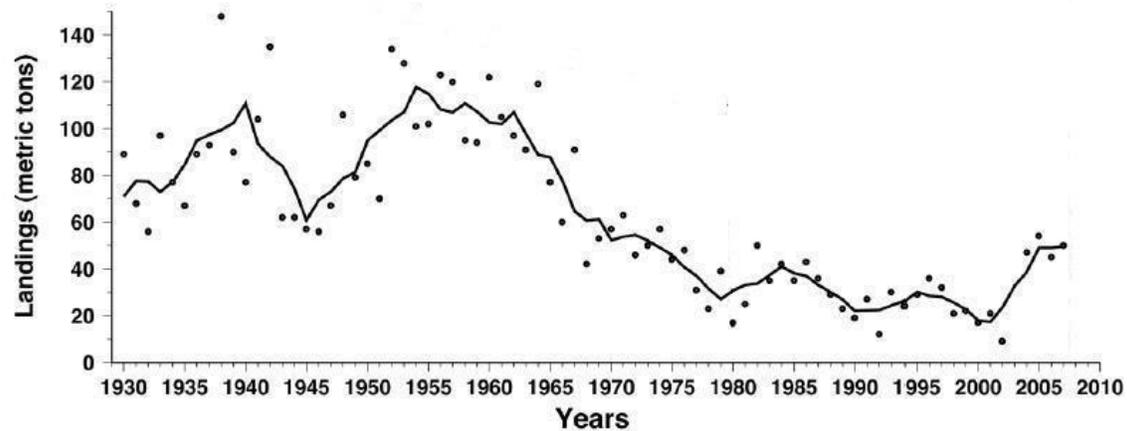
**Figura 8.** Gráfico de captura de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) por viaje (CPT) en la isla Alejandro Selkirk (Arana *et al.*, 2006).



**Figura 9.** Gráfico de captura de langosta por trampa, en las islas Robinson Crusoe - Santa Clara y Alejandro Selkirk (Ernst *et al.*, 2008).



**Figura 10.** Gráfico de captura de langostas por viaje normalizado, en la Isla Alejandro Selkirk (Ernst *et al.*, 2010).



**Figura 11.** Gráfico de capturas totales de langosta, en toneladas por año del Archipiélago de Juan Fernández. Estos datos de captura provienen del Servicio Agrícola Ganadero (1930 a 1977) y Servicio Nacional de pesca (1978 a 2008) (Ernst *et al.*, 2010).

**Objetivo específico 3. Para Comparar los resultados de abundancia en el tiempo de las encuestas con información documentada de langosta (*Jasus frontalis*)**

Tras la compilación de información documentada de captura y esfuerzo pesquero de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), se realizaron gráficos de dispersión, mediante la función Plot del paquete estadístico R, con el fin de comparar las variaciones de captura a través del tiempo para las décadas de los 70, 80, 90 y 2000 descritos en Arana *et al* (2006), Ernst *et al* (2008; 2010) y por SERNAPESCA y los datos de captura de langosta provenientes de la encuesta aplicada a pescadores del Archipiélago. Cada uno de estos sets de datos graficados en forma individual y se describió la tendencia observada para cada uno de los autores.

Además se realizaron gráficos de dispersión para visualizar la correlación entre los datos de captura provenientes de las diferentes fuentes de información:

- a) Datos de captura de langosta de las encuestas y de Arana *et al* (2006).
- b) Datos de captura de langosta de las encuestas y de Ernst *et al* (2008; 2010).
- c) Datos de captura de langosta provenientes de las encuestas y datos de captura de langosta provenientes de los anuarios de pesca declarados por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).

Finalmente se realizó un test de correlación en el paquete estadístico R y se determinó el coeficiente de correlación de Pearson entre estos mismos sets de datos. Este análisis se aplicó para evaluar la relación entre los resultados de los estudios de los diferentes autores y los resultados de las encuestas aplicadas a los pescadores del Archipiélago.

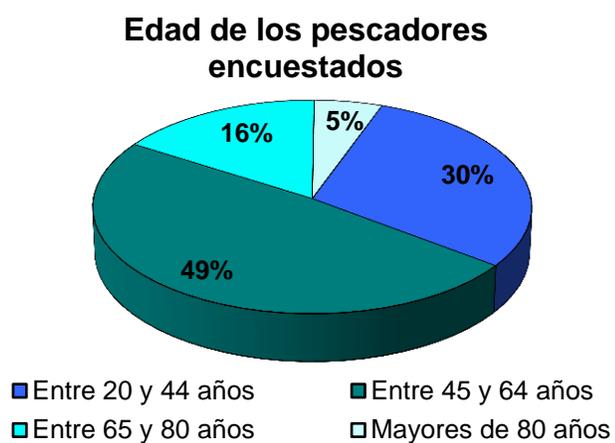
**Objetivo específico 4. Recopilar información acerca de la percepción ciudadana y el estado de conservación de los ecosistemas marino del Archipiélago de Juan Fernández y sus principales amenazas.**

Para cumplir este objetivo se utilizaron las respuestas del tercer ítem. Las respuestas de los pescadores respecto a las amenazas, tanto de las pesquerías como del ambiente marino, en Juan Fernández se graficaron en histogramas y en representaciones gráficas porcentuales en el programa Excel.

## **RESULTADOS**

Se entrevistó a los pescadores según diferentes grupos de edades, N=74 (Fig. 12):

- a) Los más ancianos del pueblo, ancianos ya retirados de la pesca, mayores a 80 años.
- b) Pescadores activos, de edad avanzada, entre 65 y 80 años.
- c) Pescadores activos de edad intermedia, entre 45 y 64 años.
- d) Pescadores activos, jóvenes entre 20 y 44 años.



**Figura 12.** Gráfico porcentual que representa la edad de los pescadores entrevistados.

**Objetivo específico 1:****Recopilación de la percepción de los pescadores respecto a las capturas actuales e históricas:****Islas Robinson Crusoe y Santa Clara.****Recurso langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*).****Captura promedio:**

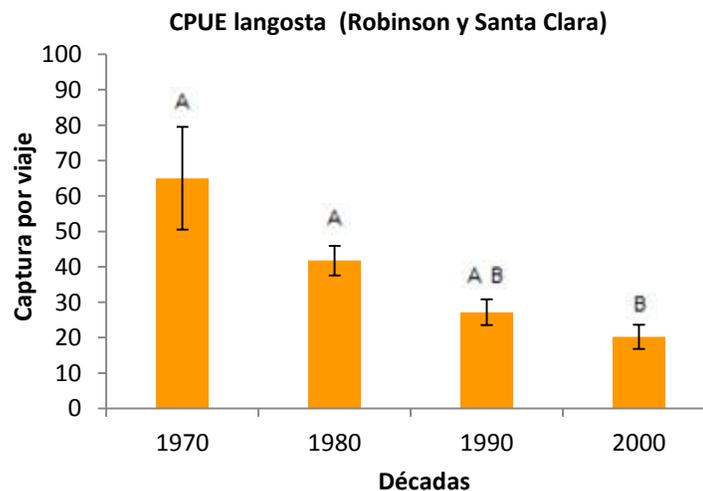
Los datos de captura de langosta obtenidos a través de la muestreo, a través del histograma realizado que, la captura por unidad de esfuerzo promedio (CPUE), tiende a disminuir desde la década de 1970 a la década del 2000 (Fig. 13). En la década de los 70 se registró un promedio de 65 unidades de langosta capturadas por salida, disminuyendo un 36% hacia la década de los 80, un 35% hacia la década de los 90 y un 26% hacia la década del 2000, con 48, 27 y 20 unidades de langostas capturadas por salida (CPUE), respectivamente (Tabla 1). Las diferencias entre décadas resultaron ser significativas según el ANOVA ( $F_{3, 136} = 5,1689$ ;  $P=0,0021$ ) (Tabla 2). Posteriormente se aplicó el test de comparaciones múltiples, test *a posteriori* de Tukey, el que muestra diferencias significativas en las décadas de los 90 y 2000, con respecto a las dos primeras décadas de los 70 y 80. (Tabla 3).

El análisis de regresión lineal muestra una alta correlación negativa entre las variables CPUE de langostas y las décadas, esta asociación resultó ser además estadísticamente significativa. El modelo lineal por su parte resultó ser altamente predictivo ( $r = -1,489$ ;  $P=0,0287$ ;  $R^2 = 0,943402$ ); (Tabla 4).

### Peso promedio:

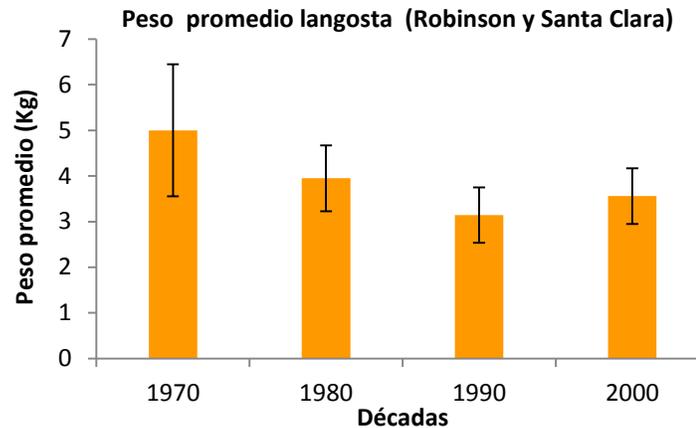
Los datos de peso promedio de langostas fueron graficados en un histograma, el cual muestra una leve disminución del peso promedio de la langostas desde las décadas de los 70 hasta la de los 90, observándose un leve aumento durante la década del 2000 (Fig. 14). La década con mayor peso promedio correspondió a la de los 70, con 5 Kg Luego se registró un descenso de 21% para la década de los 80 con 4 Kg y, de un 20% para la década de los 90, con valores promedio de 3 Kg Sin embargo, para la década del 2000 se observa un leve aumento de un 13% en el peso promedio de las Langostas capturadas, con un valor promedio de 4 Kg (Tabla 1). El ANOVA realizado para este set de datos no detectó diferencias significativas ( $F_{3, 45}=0,5537$ ;  $P=0,6483$ ); (Tabla 5).

El análisis de regresión mostró una débil correlación entre las variables, negativa, que no fue significativa. El modelo lineal por su parte, sí resulto ser predictivo ( $r=-0,051$ ;  $P=0,1828$ ;  $R^2=0,667779$ ); (Tabla 6).



**Figura 13.** Histograma de la captura de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las columnas muestran la CPUE de langosta, medido en unidades de langosta capturadas en

promedio por viaje, para cada década. Las letras indican diferencias significativas entre las décadas arrojadas por el test *a posteriori*, de Tukey. Las barras de error corresponden a las barras de error estándar para cada década.



**Figura 14.** Histograma de peso promedio de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las columnas representan el peso promedio de las langostas comerciales capturadas durante las diferentes décadas. Las barras de error, representan el error estándar.

#### Recurso breca (*Cheilodactylus gayi*).

##### Captura promedio:

Los resultados de las capturas de breca en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara muestran que las capturas se han mantenido relativamente constantes a lo largo del tiempo (Fig. 15). La década de los 80 tiene una captura promedio de 51,3 Kg por salida de pesca, la década de los 90 un promedio de 46,5 Kg, mientras que la década del 2000 posee un 48,2 Kg de captura promedio (Tabla 1). Los resultados del ANOVA, no arrojaron diferencias significativas entre décadas ( $F_{2, 91}=0,4198$ ;  $P=0,6585$ ); (Tabla 7).

### **Peso promedio:**

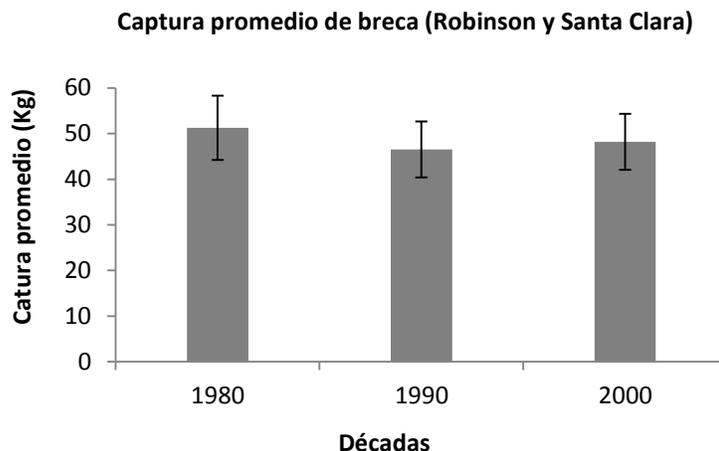
El histograma realizado con los datos de peso promedio de la breca, no muestra una variación relevante a través del tiempo (Fig. 16). Los pesos promedios observados fueron: 1,7 Kg para la década de los 80; 1,5 Kg para los 90; y 1,7 Kg para el 2000 (Tabla 1). El resultado del ANOVA para estos datos no arrojó diferencias significativas ( $F_{2, 65}=0,2967$ ;  $P=0,7443$ ); (Tabla 8).

### **Recurso bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*).**

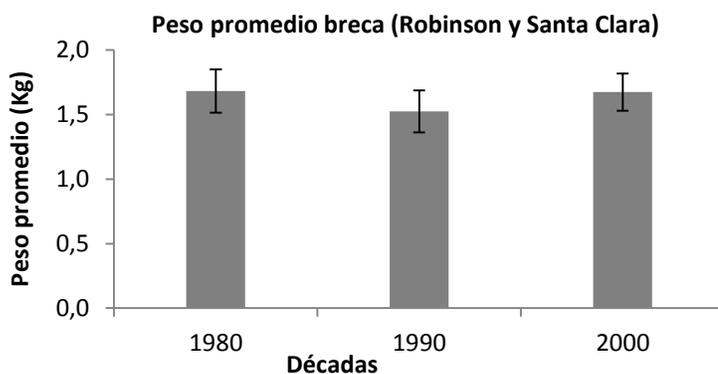
#### **Captura promedio:**

Las capturas promedio de bacalao (CPUE) disminuyeron drásticamente hacia las últimas dos décadas en estas islas del Archipiélago (Fig. 17). Para la década de los 70 las capturas promedio registradas por los pescadores fueron de 500 Kg, disminuyendo un 7% hacia la década de los 80 con 468 Kg, un 76% para la de los 90 de con 110 Kg de captura promedio, para la década del 2000 los pescadores señalaron una descenso en las capturas de un 82% con una captura promedio de bacalao de 20 Kg por salida, alcanzando los valores más bajos (Tabla 1). El ANOVA realizado mostró diferencias significativas en las capturas ( $F_{3, 4}=17,853$ ;  $P=0,0088$ ) (Tabla 9). El test *a posteriori* de Tukey, muestra diferencias significativas en las dos primeras décadas analizadas, de los 70 y de los 80, fueron significativamente diferentes a las últimas dos décadas de los 90 y 2000, (Tabla 10).

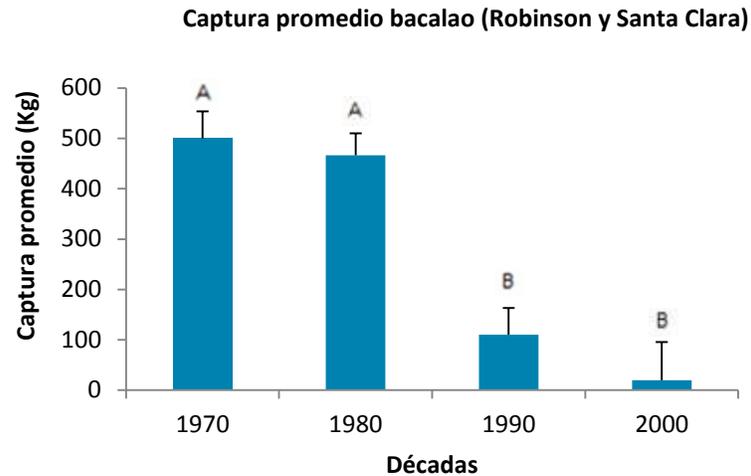
El análisis de regresión, mostró una alta correlación negativa entre las variables Captura de bacalao y las décadas, esta relación a su vez fue significativa. El modelo lineal por su parte, resulto ser altamente predictivo ( $r=-17,967$ ;  $P=0,0521$ ;  $R^2=0,898594$ ); (Tabla 11).



**Figura 15.** Histograma de captura promedio de breca en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las columnas representan la captura promedio de breca por salida de pesca, expresada en Kilogramos promedio, esto para cada una de las décadas consideradas en el estudio. Las barras de error, representan el error estándar de la captura señalada para cada una de las décadas.



**Figura 16.** Histograma del peso promedio de breca en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las columnas representan el peso promedio de los ejemplares capturados, según la década. Las barras de error representan el error estándar.



**Figura 17.** Histograma de la Captura de bacalao en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las columnas representan la captura promedio de bacalao, expresada en Kilogramos promedios por salida de pesca. Las barras de error representan el error estándar y las letras por sobre estas barras, muestran el resultado arrojado por el test *a posteriori*, test de Tukey.

### **Peso promedio:**

El histograma con los datos declarados por los pescadores en la encuesta, muestra que los pesos promedios de bacalao, disminuyeron en las últimas dos décadas, del 90 y 2000 (Fig. 18). El peso promedio señalado por los pescadores, para el bacalao en la década del 70 fue de 25 Kg, disminuyendo un 7% hacia la década de los 80 con 23,25 Kg y un 71% para la década de los 90 con 6,65 Kg de peso promedio para este recurso, luego para la década del 2000 disminuye un 18% con 5,5 Kg de peso promedio (Tabla 1). Los resultados del ANOVA no arrojan diferencias significativas entre décadas ( $F_{3, 16}=1,9974$ ;  $P=0,1486$ ); (Tabla12).

El análisis de regresión, mostró una correlación negativa entre las variables Peso promedio de bacalao y las décadas, esta relación no fue significativa. El modelo lineal por su parte, resulto ser altamente predictivo ( $r=-0,7519$ ;  $P=0,0725$ ;  $R^2=0,86032$ ): (Tabla 13).

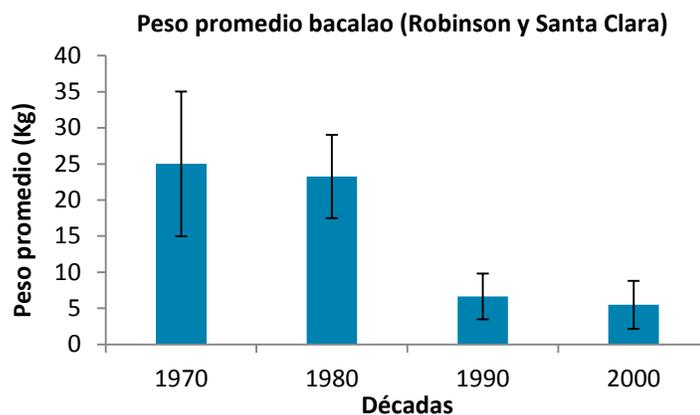
### **Recurso vidriola (*Seriola lalandi*).**

#### **Captura promedio:**

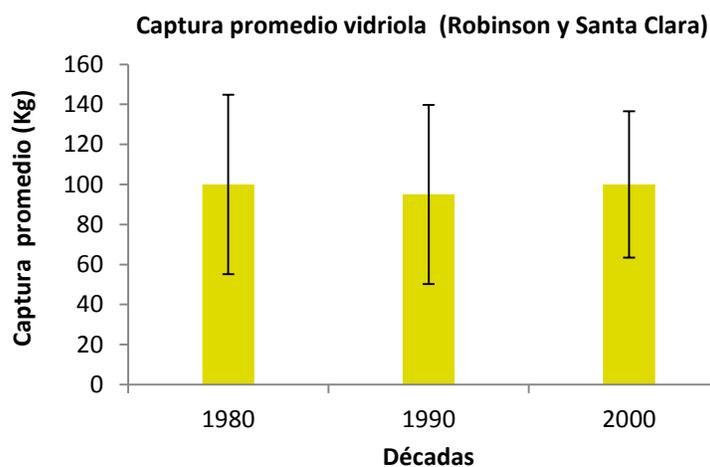
El histograma muestra que las capturas se han mantenido relativamente constantes a través del tiempo, percibiendo una leve disminución en la década de los 90 (Fig. 19). Los datos de captura correspondieron a 100 Kg para la década de los 80; a 95 Kg para la década de los 90 y de 100 Kg (Tabla 1) de captura promedio por salida de pesca para la década del 2000. Los resultados del ANOVA no arrojan diferencias significativas entre décadas ( $F_{2,4}=0,8783$ ;  $P=0,4711$ ); (Tabla 14).

#### **Peso promedio:**

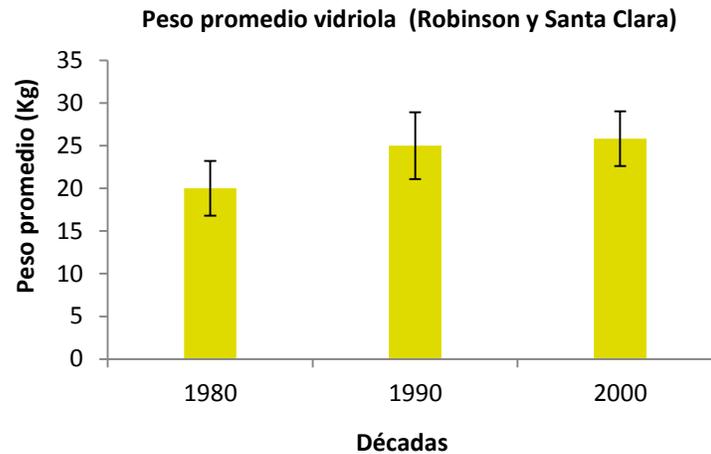
Los pesos promedios del recurso vidriola declarados por los pescadores de Juan Fernández, para las islas de Robinson Crusoe y Santa Clara, se han mantenido relativamente constantes según el histograma, mostrando un leve aumento hacia la década del 2000 (Fig. 20). Se registran 20 Kg para la década de los 80, 25 Kg para la década de los 90 y 25,83 Kg de peso promedio para la década del 2000 (Tabla 1). Los resultados del ANOVA, no arrojan diferencias significativas entre décadas ( $F_{2,5}=0,9333$ ;  $P=0,4525$ ); (Tabla 15).



**Figura 18.** Histograma de peso promedio bacalao Islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las columnas representan el peso promedio de los ejemplares de bacalao, capturados en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las barras de error, representan el error estándar de los datos de peso promedio aportados por los pescadores en la encuesta.



**Figura 19.** Histograma de la captura de vidriola en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las columnas representan la captura promedio de estos ejemplares, expresada en kilogramos por salida de pesca. Las barras de error representan el error estándar.



**Figura 20.** Histograma de peso promedio vidriola en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las columnas representan el peso promedio de los ejemplares capturados en las respectivas décadas. Las barras de error representan el error estándar.

### **Isla Alejandro Selkirk.**

#### **Recurso langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*).**

##### **Captura promedio:**

Los resultados obtenidos en la isla Alejandro Selkirk muestran que las capturas promedio de langosta tienden a disminuir conforme aumentan las décadas (Fig. 21). La década de los 70 no se registra datos debido a la edad de los encuestados, ya que son de una cohorte superior a la que actualmente trabajan en la isla. En la década de los 80 se registraron capturas de 84 unidades por salida (CPUE), lo cual disminuyó hacia la década de los 90, con una captura promedio de 45 CPUE y para la década del 2000 este valor disminuye un 11% registrándose 40 unidades capturas por salida de pesca (Tabla 16). El ANOVA no arrojó diferencias significativas entre décadas: ( $F_{2,40}=0,6593$ ;  $P=0,5227$ ); (Tabla. 17).

El análisis de regresión, mostró una alta correlación negativa entre las variables CPUE de langosta y las décadas, esta relación sin embargo no fue significativa. El modelo lineal por su parte, resulto ser altamente predictivo ( $r = -0,185$ ;  $P = 0,2667$ ;  $R^2 = 0,834$ ); (Tabla 18).

### **Peso promedio:**

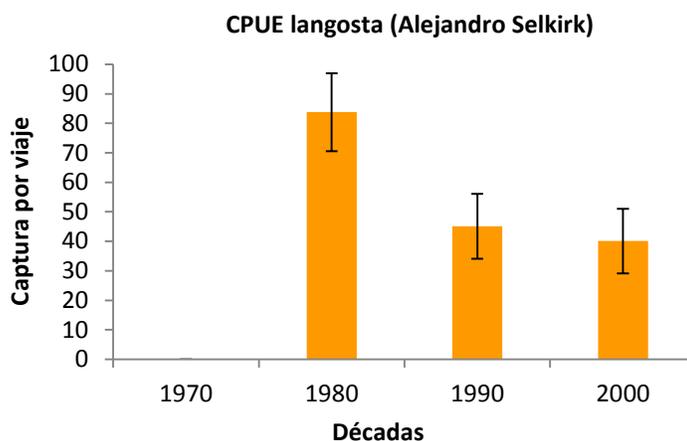
El histograma del peso promedio de las langostas en Selkirk no mostró diferencias considerables entre las décadas (Fig. 22). Para la década de los 80, los pesos mostraron una media de 4 Kg; para la década de los 90 fue de 4,1 Kg; y por último para la década del 2000 fue de 4,3 Kg (Tabla 16). El ANOVA no mostró diferencias significativas entre las décadas ( $F_{2, 16} = 0,0114$ ;  $P = 0,9886$ ); (Tabla. 19).

El análisis de regresión, por su parte, mostró una baja correlación positiva entre las variables Peso promedio de langosta y las décadas, relación que no fue significativa. El modelo lineal por su parte, resulto ser altamente predictivo ( $r = 0,015$ ;  $P = 0,1210$ ;  $R^2 = 0,964286$ ); (Tabla 20).

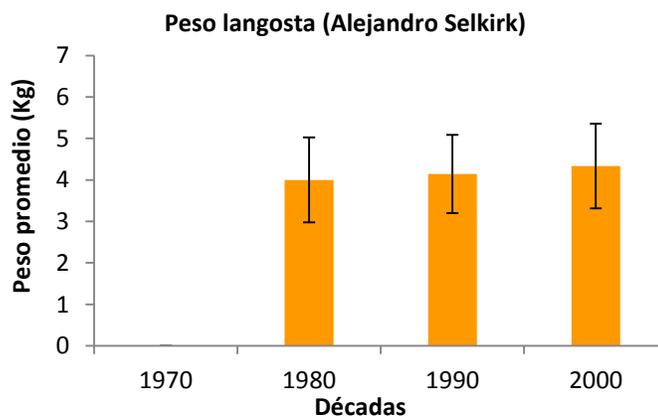
### **Recurso breca (*Cheilodactylus gayi*).**

#### **Captura promedio:**

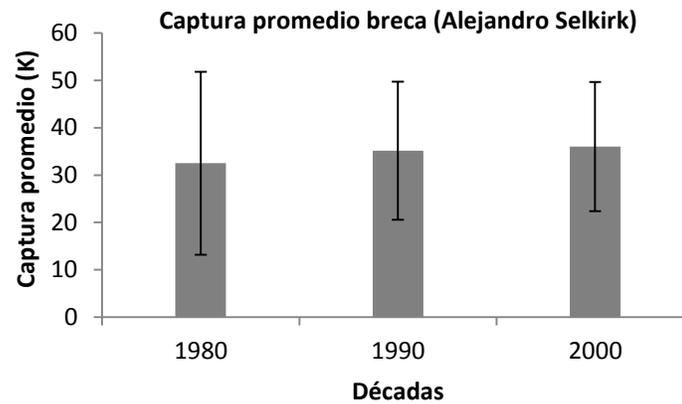
El histograma realizado, nos muestra que no han variado las capturas de breca en la isla Alejandro Selkirk durante el tiempo considerado en el estudio (Fig. 23). La década de los 80 tiene una captura promedio de 32,5 Kg por salida de pesca, la década de los 90 de 35,15 Kg, y la década del 2000 de 36,03 Kg (Tabla 16). El ANOVA realizado para estos datos no mostró diferencias significativas ( $F_{2, 16} = 1,0601$ ;  $P = 0,3695$ ) (Tabla 21).



**Figura 21.** Histograma de la captura de langosta en la isla Alejandro Selkirk. Las columnas muestran la CPUE de langosta, medido en unidades de langosta capturadas en promedio por viaje, para cada década. Las barras de error corresponden a las barras de error estándar para cada década.



**Figura 22.** Histograma de peso promedio de langosta en la isla Alejandro Selkirk. Las columnas representan el peso promedio de las langostas comerciales capturadas durante las diferentes décadas. Las barras de error, representan el error estándar.



**Figura 23.** Histograma de captura promedio breca en la isla Alejandro Selkirk. Las columnas representan la captura promedio de breca por salida de pesca, expresada en Kilogramos promedio, esto para cada una de las décadas consideradas en el estudio. Las barras de error, representan el error estándar de la captura señalada para cada una de las décadas.

### **Peso promedio:**

En el histograma realizado con los datos de peso promedio de breca en Selkirk no se observan diferencias en el tiempo considerado para este estudio (Fig. 24). Para la década de los 80 el peso promedio de breca fue de 0,84 Kg En tanto, la década de los 90 registró un peso promedio de 1 Kg, según los pescadores y la década del 2000 de 0,88 Kg de peso promedio (Tabla XX). El ANOVA realizado para estos datos no arrojó diferencias significativas ( $F_{2, 12}=0,7220$ ;  $P=0,5057$ ); (Tabla 22).

## **Recurso bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*).**

### **Captura promedio:**

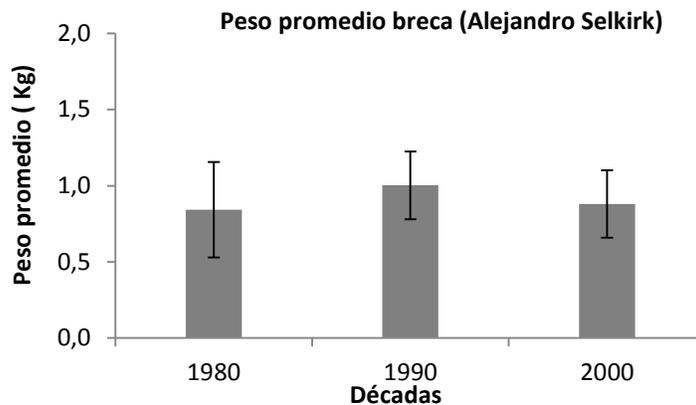
Las capturas de Bacalao en la isla Alejandro Selkirk disminuyeron hacia la década del 2000 (Fig. 25). Las capturas promedio registraron un valor de 180 Kg., disminuyendo un 34% para la década de los '80 y un 32% hacia la década del 2000, con 118,3 y 80,6 Kg de captura promedio, respectivamente (Tabla 16). El ANOVA no mostró diferencias significativas entre las décadas ( $F_{2,10}=0,3732$ ;  $P=0,6977$ ); (Tabla 23).

El análisis de regresión, mostró una correlación negativa entre las variables Captura promedio de bacalao y las décadas, esta relación no fue significativa. El modelo lineal por su parte, resulto ser altamente predictivo ( $r=-0,497$ ;  $P=0,0882$ ;  $R^2=0,980938$ ); (Tabla 24)

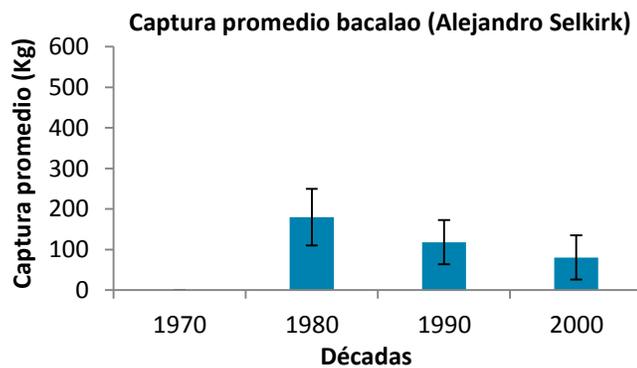
### **Peso promedio:**

El histograma muestra un aumento del peso entre las décadas de los 80 y de los 90, y una disminución entre esta última y la década del 2000 (Fig. 26). Los ejemplares de bacalao capturados en la isla Alejandro Selkirk presentan un peso promedio de 15,38 Kg en la década de los 80, luego experimentan un aumento en el peso promedio de los individuos capturados de un 37% con 21 Kg y para la década del 2000 los pescadores declaran haber percibido una disminución en el peso promedio de los ejemplares capturados de un 14% con 18 Kg (Tabla 16). El ANOVA no arrojó diferencias significativas entre décadas ( $F_{2,11}=0,7720$ ;  $P=0,4856$ ); (Tabla 25).

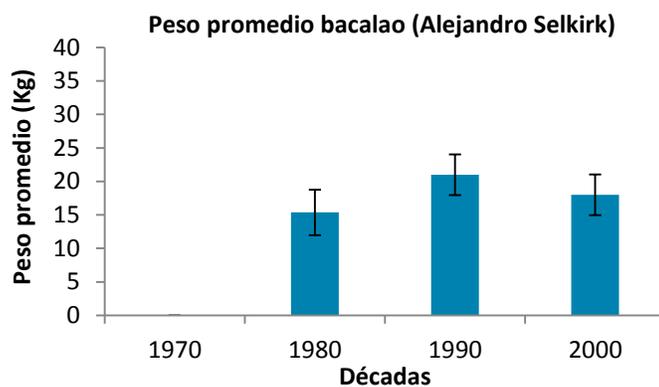
El análisis de regresión, no mostró una correlación entre las variables Peso promedio de bacalao y las décadas. El modelo lineal por su parte, resulto ser débilmente predictivo ( $r=0,13125$ ;  $P=0,6912$ ;  $R^2=0,217456$ ); (Tabla 26).



**Figura 24.** Histograma del peso promedio de breca en la isla Alejandro Selkirk. Las columnas representan el peso promedio de los ejemplares capturados, según la década. Las barras de error representan el error estándar.



**Figura 25.** Histograma de la captura bacalao en la isla Alejandro Selkirk. Las columnas representan la captura promedio de bacalao, expresada en Kilogramos promedios por salida de pesca. Las barras de error representan el error estándar.

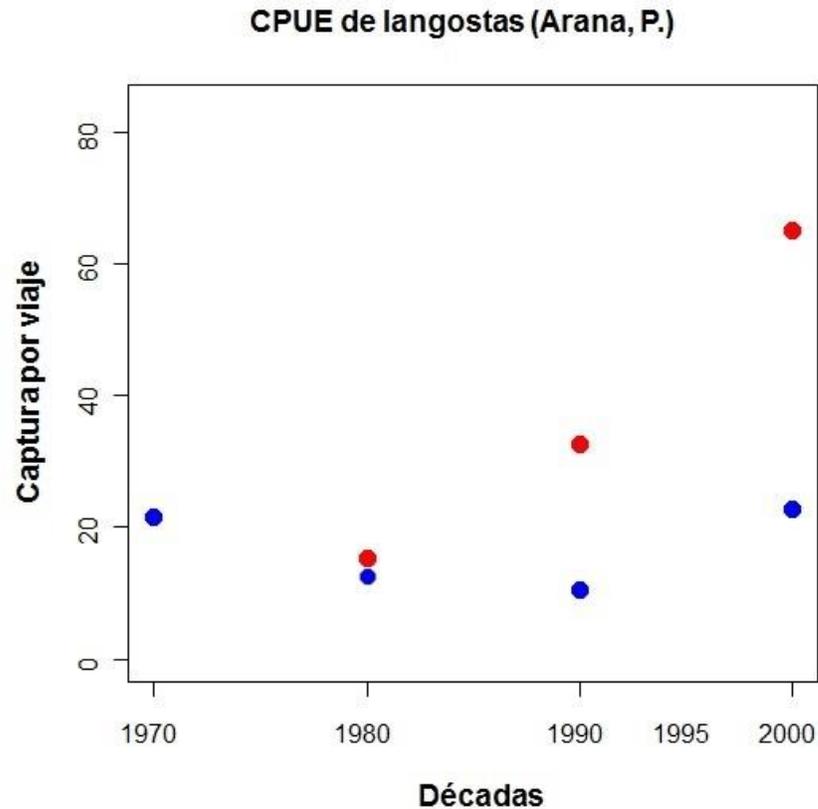


**Figura 26.** Histograma de peso promedio bacalao en la isla Alejandro Selkirk. Las columnas representan el peso promedio de los ejemplares de bacalao capturados en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Las barras de error, representan el error estándar de los datos de peso promedio aportados por los pescadores en la encuesta.

**Objetivo 2:****Compilación de información documentada de langosta de Juan Fernández:**

Se obtuvo información a partir del trabajo realizado por Arana *et al* (2006) “Evaluación de stock y distribución de la langosta y el cangrejo dorado, en el Archipiélago de Juan Fernández”, Proyecto FIP N°2005-21. Del trabajo mencionado, se seleccionaron los datos de captura de langosta expresados en unidades capturadas por viaje y se realizó un diagrama de dispersión con estos datos (Fig. 27). En este gráfico los puntos azules representan la captura de langosta obtenida en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara durante las décadas de los 70, 80, 90 y 2000 y puntos rojos que representan la captura (CPUE) en la isla Alejandro Selkirk para las décadas de los 80, 90 y 2000. Para la isla Alejandro Selkirk no se encontraron datos de captura de langosta en esta investigación. Del gráfico de dispersión confeccionado a partir de estos datos podemos inferir:

- La tendencia observada a partir del gráfico confeccionado con los datos de Arana *et al* (2006) para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, es una disminución de las capturas desde la década del 70 a la del 90, y un posterior incremento en las capturas para la década del 2000.
- La tendencia observada a partir de los datos de Arana *et al* (2006) para la isla Alejandro Selkirk, muestra un aumento en las capturas desde la década del 80 a la del 2000.

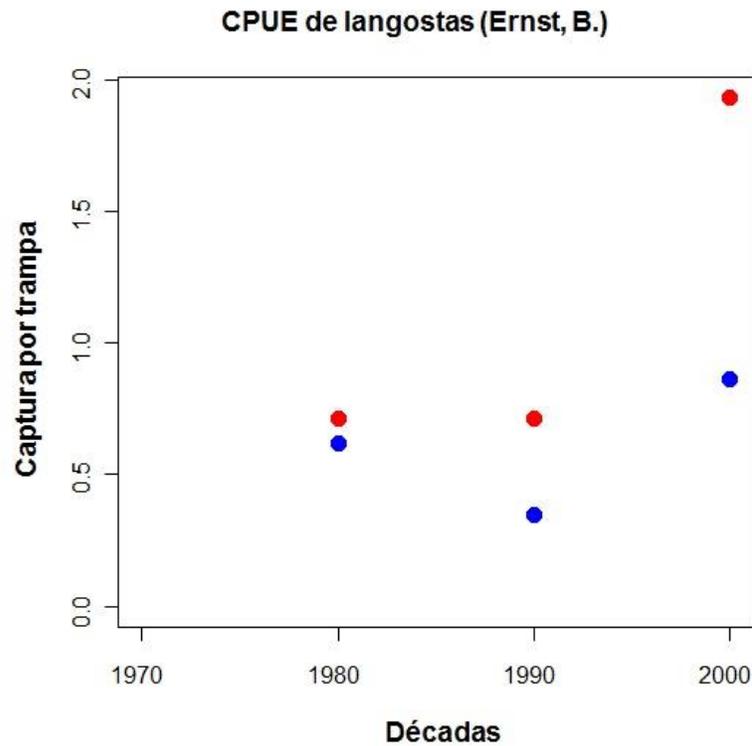


**Figura 27.** Diagrama de dispersión de las capturas reportada por Arana *et al* (2006), CPUE expresada en unidades de langosta por viaje. Los puntos azules corresponden a la Captura de langosta de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara y los puntos rojos corresponden a la captura de langosta en la isla Alejandro Selkirk.

El segundo trabajo escogido para comparar las capturas de langosta correspondió al de Ernst *et al* (2008), “Dinámica poblacional y pesquera de la langosta en la isla Alejandro Selkirk”, Proyecto FIP N°2008-24. De este trabajo se obtuvieron datos de captura de langosta para la isla Robinson Crusoe y Santa Clara, expresados en captura por trampa. Con los datos seleccionados se diseñó un gráfico de dispersión para observar las tendencias (Fig. 28). En este gráfico los puntos azules

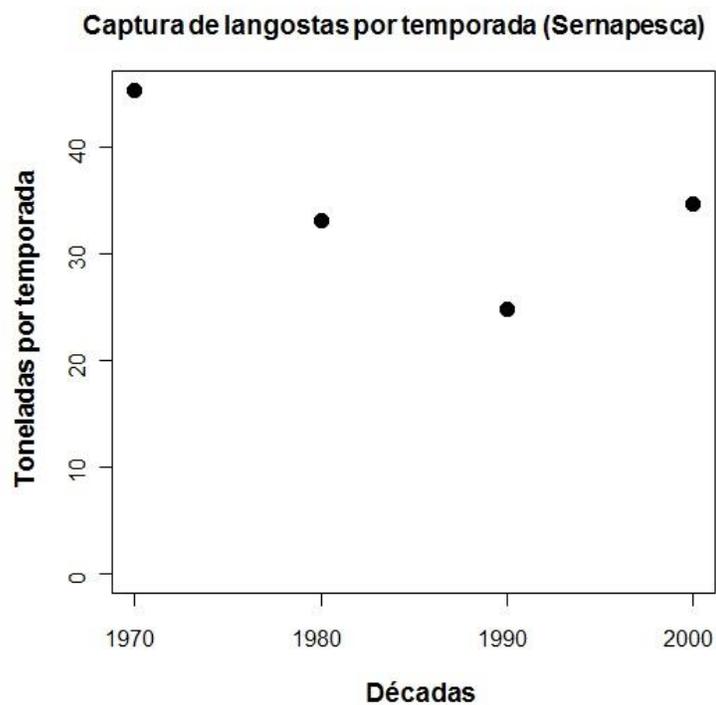
representan la captura de langosta obtenida en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara durante las décadas de los 80, 90 y 2000 y puntos rojos que representan la captura (CPUE) en la isla Alejandro Selkirk para las décadas de los 80, 90 y 2000. No se encontraron datos que representaran la década de los 70, en el trabajo anteriormente señalado de Ernst *et al* (2008).

- La tendencia observada para las capturas de langosta en Robinson Crusoe y Santa Clara, fue de, primero una disminución en la década del 90 con respecto a la del 80, y luego un aumento para la década del 2000, siendo este valor mayor a las capturas observadas para las décadas del 80 y 90.
- La tendencia en las capturas de langosta registradas para la isla Alejandro Selkirk, muestra que la década de los 80 y los 90 son similares, mientras que la década del 2000 muestra un notorio aumento.



**Figura 28.** Diagrama de dispersión de las capturas reportada por Ernst *et al* (2008), CPUE expresada en langosta por trampa. Los puntos azules corresponden a la Captura de langosta de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara y los puntos rojos corresponden a la captura de langosta en la isla Alejandro Selkirk.

Finalmente, para cumplir con este objetivo, se solicitaron los datos de captura de langosta al Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). Posteriormente, se confeccionó un diagrama de dispersión con estos datos, los cuales están expresados en toneladas de langosta por año. Al observar las tendencias para el conjunto de islas que comprenden el Archipiélago, se puede señalar que estas disminuyeron desde la década del 70 al 90, mientras que en la década del 2000 los valores se incrementaron. (Fig. 29).

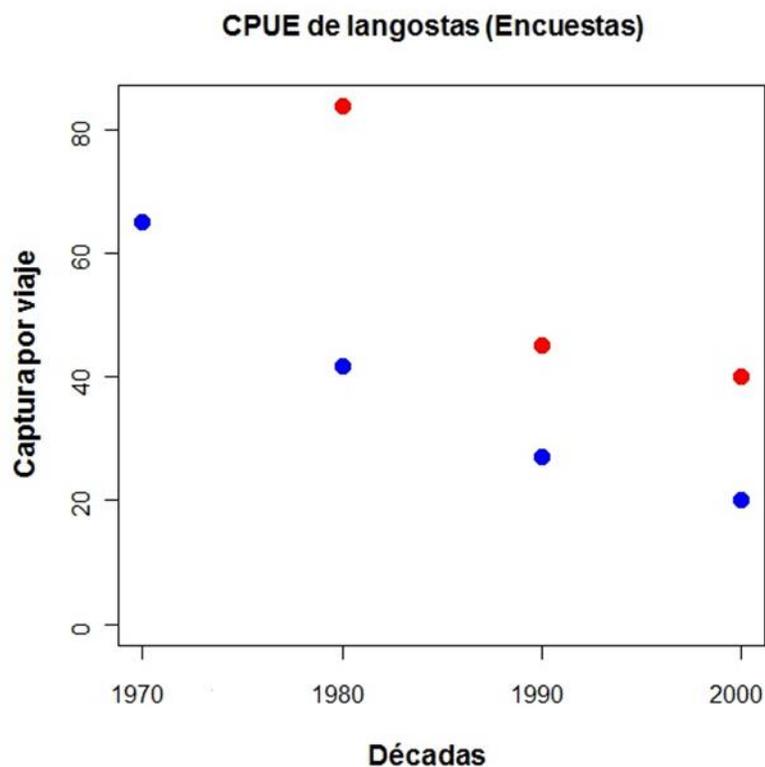


**Figura 29.** Diagrama de dispersión de las capturas reportadas por SERNAPESCA para las capturas de langosta del Archipiélago Juan Fernández (Islas Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk). Captura expresada en toneladas por año.

### Objetivo 3:

#### Comparación de la percepción de los pescadores con la información documentada, acerca de las capturas de langosta de Juan Fernández.

Para cumplir con este objetivo, primero se confeccionó un diagrama de dispersión con los datos de captura de langosta obtenidos de la encuesta aplicada a los pescadores del Archipiélago, a partir de estos datos y se este gráfico de dispersión, se precedió a comparar las tendencias (Fig. 30).



**Figura 30.** Diagrama de dispersión de las capturas de langosta, datos aportados por los pescadores del Archipiélago en la encuesta aplicada el año 2009. Los puntos en color azul corresponden a la captura de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara y los puntos de

color rojo corresponden a la captura de langosta en la isla Alejandro Selkirk. CPUE, expresada en unidades de langosta por viaje.

### **Captura de langosta de Juan Fernández en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara:**

Al relacionar la información de las encuestas con la información recolectada de otros autores, encontramos que, a pesar de comparar unidades diferentes, los resultados muestran una tendencia parecida. Observamos que la CPUE disminuyó significativamente desde la década del 70 hasta el 80, se mantuvo relativamente estable hasta el final de la década de los 90 para luego ir en aumento en la década del 2000. Las investigaciones realizadas por Arana *et al* (2006), Ernst *et al* (2008) Ernst *et al* (2010), coinciden en gran parte con la percepción de capturas declaradas por los pescadores en la encuesta realizada. Sólo para la década del 2000 se encontraron grandes diferencias, en donde los pescadores no lograron percibir el aumento en la CPUE (Fig. 31).

### **Captura de langosta de Juan Fernández en isla Alejandro Selkirk:**

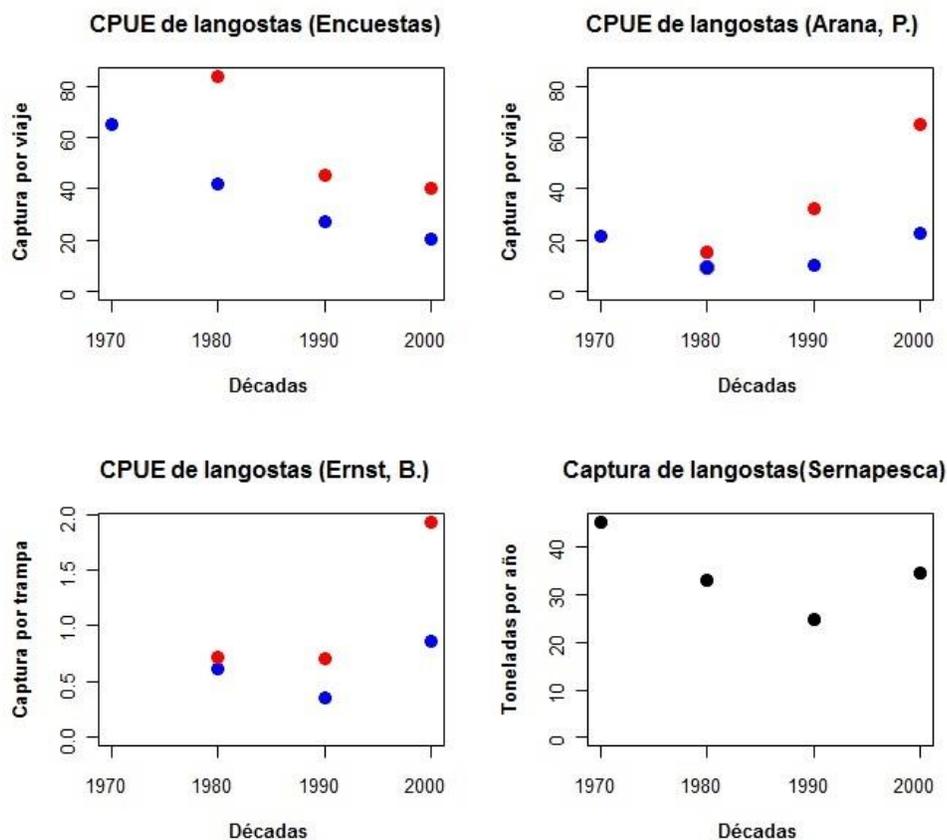
Las capturas registradas por Arana *et al* (2006), Ernst *et al* (2008) y Ernst *et al* (2010), muestran claramente una tendencia a aumentar desde la década del 80 hacia la década del 2000. Por el contrario, la percepción reportada por los pescadores en la encuesta es que las capturas han disminuido drásticamente desde la década del 80 al 2000 (Fig. 31).

### **Captura de langosta para el Archipiélago Juan Fernández:**

Se realiza esta comparación, porque los datos de captura de langosta registrados por los pescadores en formularios de pesca del Servicio Nacional de Pesca, los cuales son posteriormente publicados en los anuarios de pesca de este organismo público, estaban hasta el año 2010 en unidades de toneladas de langostas capturas para todo el Archipiélago, lo cual no permitía

discriminar la procedencia de las langostas desembarcadas, esto fue descrito por Arana *et al* (2006), Ernst *et al* (2008) y Ernst *et al* (2010), (Fig. 31).

Si comparamos las tendencias en las capturas a nivel de Archipiélago, observamos que: las capturas de langosta tanto para los pescadores como para SERNAPESCA observamos que no encontramos importantes diferencias entre las capturas reflejadas a partir de los datos de SERNAPESCA con respecto a los resultados que reflejan las encuestas a pescadores. A partir de la observación de los diagramas que reflejan ambas fuentes de información, se observa una tendencia similar entre las décadas de los 70 y 90, la diferencia está en la década del 2000 entre estas dos fuentes, ya que los datos provenientes de SERNAPESCA muestran un aumento en las capturas para la década del 2000 lo que sí se relaciona con las tendencias con los datos de CPUE de los trabajos de Arana P. y Ernst B., pero que no se refleja de igual forma en las encuestas a pescadores, que perciben una disminución en la CPUE (Fig. 31).



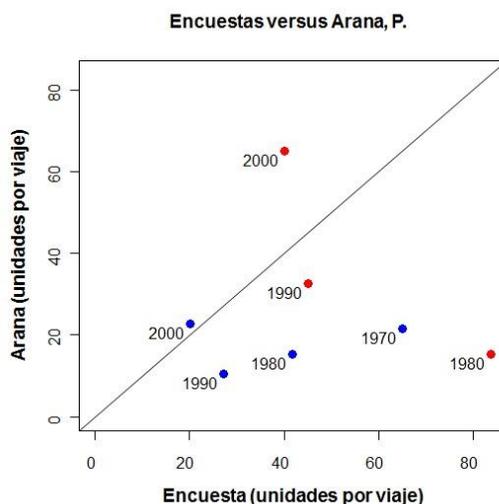
**Figura 31.** Diagramas de dispersión de la Captura de langosta en el Archipiélago de Juan Fernández, datos obtenidos a partir de diferentes fuentes: encuesta aplicada a pescadores artesanales del Archipiélago, Arana *et al* (2006), Ernst *et al* (2008) Ernst *et al* (2010) y SERNAPESCA. Las capturas están expresadas en diferentes unidades según la fuente de donde provienen: Encuesta= unidades de langosta por viaje o captura por viaje; Arana P.= Captura por viaje; Ernst P.= Captura por trampa; SERNAPESCA=Captura de langosta en tonelada por año y. Los puntos azules corresponden a la Captura en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, los puntos rojos a la Captura en la isla Alejandro Selkirk y los puntos negros a la Captura en todo el Archipiélago.

Luego de haber comparado las tendencias, correlacionamos los resultados de las capturas descritas por los pescadores en la encuestas versus cada uno de los trabajos que hemos seleccionado a través de diagramas de dispersión. De esto podemos inferir que :

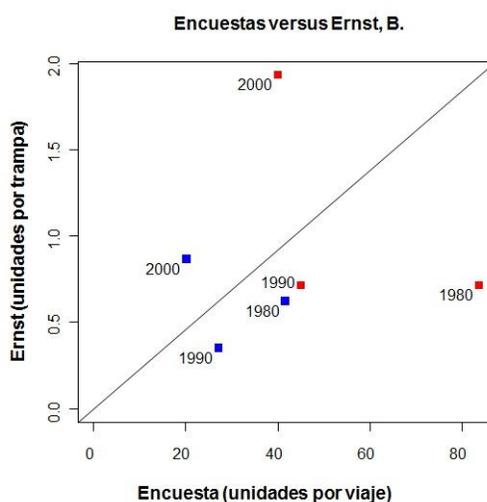
- **Datos de captura de langosta de encuestas (2009) versus datos de captura de langosta de Arana *et al* (2006):** del diagrama de dispersión que representa los datos de captura de langosta que describen los pescadores mediante la encuesta versus los datos de Arana P., observamos que en la década del 2000 los pescadores subestiman las capturas reales (Fig. 32). El análisis de correlación indicó una baja correlación negativa entre los datos que no resulto ser significativa ( $r=-0,1246976$ ;  $P=0,79$ ); (Tabla 27).
- **Datos de captura de langosta de encuestas (2008) versus datos de captura de langosta de Ernst *et al* (2008; 2010).** : del diagrama de dispersión que representa los datos de captura de langosta que describen los pescadores mediante la encuesta versus los datos de Ernst B., observamos que en la década del 2000, los pescadores nuevamente, al igual que en la comparación con las capturas descritas por Arana P., los pescadores al parecer subestiman las capturas reales con respecto a las capturas que señala Ernst, por lo que no existe correlación entre sus tendencias (Fig. 33). El análisis de correlación por su parte, indicó una baja correlación negativa entre los datos que no resulto ser significativa ( $r=-0,01801424$ ;  $P=0,793$ ); (Tabla 28).
- **Datos de captura de langosta de encuestas (2008) versus datos de captura de SERNAPESCA:** del diagrama de dispersión que representa los datos de captura de Langosta que describen los pescadores mediante la encuesta versus los datos provenientes de los registros de desembarque del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), observamos que no son tan diferentes entre sí como al comparar los datos de captura

indicados por los pescadores con Arana *et al* (2006) o Ersnt *et al* (2008: 2010). Al comparar estas dos fuentes, encuestas versus SERNAPESCA, las tendencias parecen estar más relacionadas (Fig. 34). El análisis de correlación indicó una correlación positiva pero no significativa ( $r=0,3803643$ ;  $P=0,4000$ ); (Tabla 29).

Finalmente se realizó un análisis de comparación entre pares de datos, a través del paquete estadístico JMP, para evaluar la mejor relación entre las diferentes fuentes de información recabadas para la captura de langosta en el Archipiélago. Esta comparación arrojó que la mejor correlación se observa entre los datos provenientes de Arana *et al* (2006) o Ersnt *et al* (2008: 2010). Estos datos presentaron una alta correlación negativa y significativa ( $r=0,9121$ ;  $P=0,0112$ ); (Tabla 30).

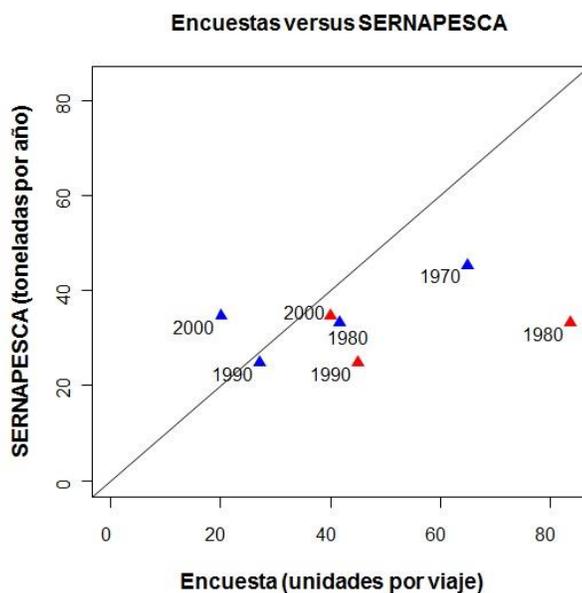


**Figura 32.** Diagrama de dispersión de los datos de captura de langosta descritos por Arana P., versus los datos de captura de langosta descritos de los datos provenientes de la encuesta aplicada a pescadores del Archipiélago. Los círculos rojos corresponden a las capturas descritas por Arana P. y los círculos azules corresponden a las capturas descritas en la Encuesta.



**Figura 33.** Diagrama de dispersión de los datos de captura de langosta descritos por Ernst B., versus los datos de captura de langosta descritos de los datos provenientes de la encuesta aplicada

a pescadores del Archipiélago. Los cuadrados rojos corresponden a las capturas descritas por Ernst B. y los cuadrados azules corresponden a las capturas descritas en la Encuesta.



**Figura 34.** Diagrama de dispersión de los datos de captura de langosta declarados SERNAPESCA, versus los datos de captura de langosta descritos de los datos provenientes de la encuesta aplicada a pescadores del Archipiélago. Los triángulos rojos corresponden a las capturas declarados por SERNAPESCA y los triángulos azules corresponden a las capturas descritas en la Encuesta.

#### **Objetivo 4:**

##### **Percepción del estado de conservación del ecosistema marino:**

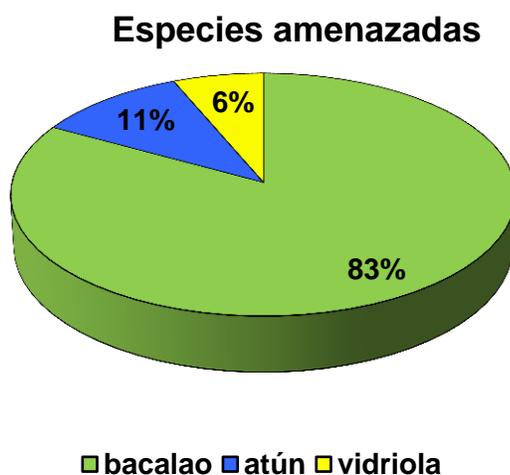
Para cumplir con este objetivo se analizaron porcentualmente las respuestas del ítem III, de la encuesta, la cual fue respondida por los diferentes grupos etarios que conforman la flota pesquera del Archipiélago.

En este ítem se recogió la opinión de los pescadores sobre el estado de los recursos como también de las necesidades de conservación que los pescadores reconocen.

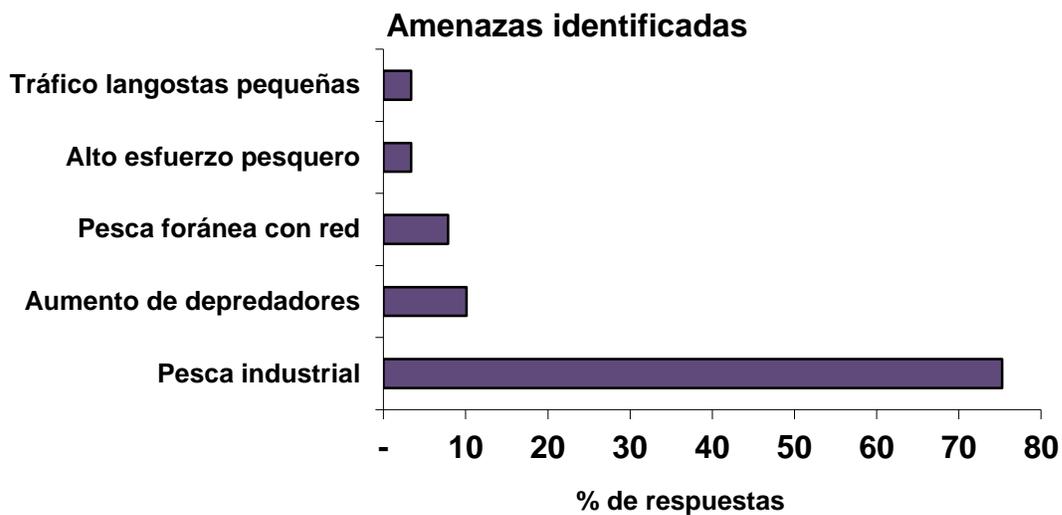
Respecto a la pregunta ¿Cuáles son las amenazas que Ud. considera que enfrenta las pesquerías en el Archipiélago?, el 83% de los pescadores encuestados considera que el Bacalao es la especie más afectada y que ha disminuido en abundancia respecto a décadas anteriores, seguido del Atún con un 11% y luego la Vidriola, que también es señalada como una especie en peligro con un 6% (Fig. 35). Los pescadores creen que la disminución de la abundancia del recurso Bacalao se debe mayoritariamente a la pesca industrial foránea, la cual indican como la mayor amenaza que enfrenta la pesquería en el Archipiélago, correspondiendo la mención de dicha amenaza a un 75,28% del total de respuestas, seguida por otras en un porcentaje mucho menor, como, el aumento de depredadores con un 10,11 %, la pesca foránea con red con un 7,87% , mientras que un 3,37% de los encuestados también mencionan el alto esfuerzo pesquero en ambos sistemas de pesca (Robinson Crusoe-Santa Clara y Alejandro Selkirk) y el tráfico de langostas pequeñas (3,37%) (Fig. 36).

Entre las medidas de protección sugeridas por los pescadores para la recuperación de recursos claves y emblemáticos locales, las que fueron más apoyadas y reiteradas son: (1) cambios en la regulación pesquera actual (49, 28%), y (2) la exclusión de la pesca industrial (> 5 millas; 18,84%), (3) mayor fiscalización por parte de las autoridades pertinentes 13,04% y (4) medidas

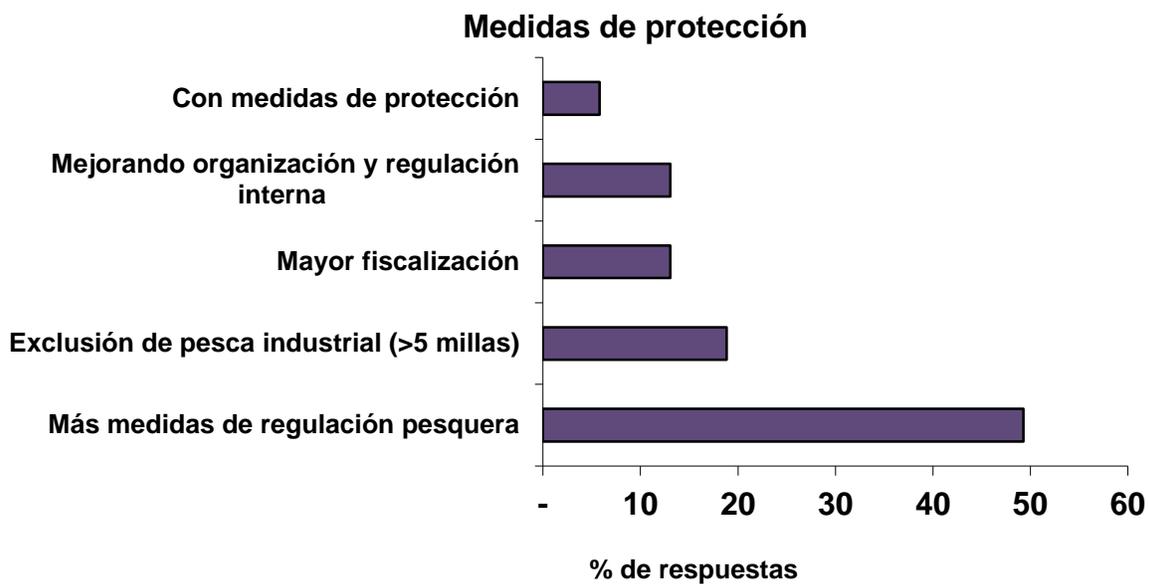
de protección para recursos específicos 5,8% (Fig. 37). Además el 100% de los pescadores entrevistados se considera partidario de la protección de las especies endémicas (Fi. 38), en tanto, el 92% de los entrevistados apoya la idea de establecer un área marina protegida que excluya la pesca industrial y que considere zonas de exclusión total de pesca (no take) (Fig. 39).



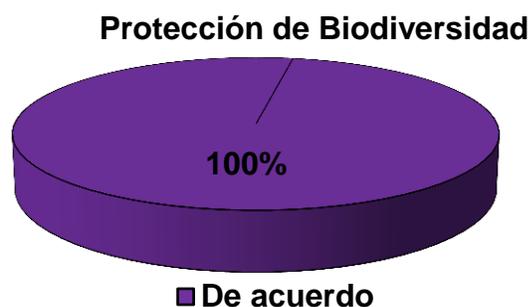
**Figura 35.** Gráfico porcentual de la percepción de los pescadores respecto a los recursos que han disminuido en el Archipiélago. Los pescadores reportan una disminución en los recursos bacalao, atún y vidriola, destacando el bacalao como la especie que se encuentra en menor disposición para su pesca en el Archipiélago.



**Figura 36.** Gráfico porcentual de la percepción de los pescadores, respecto a las amenazas que enfrentan las pesquerías en el Archipiélago.

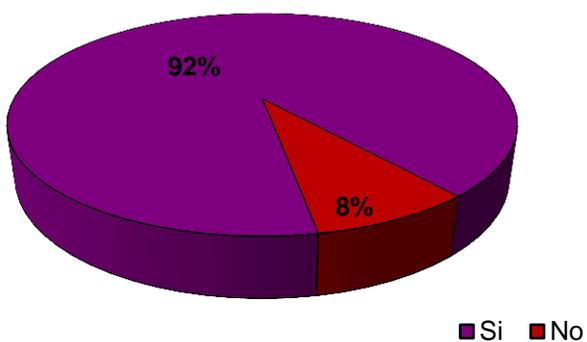


**Figura 37.** Gráfico porcentual de las medidas de protección sugeridas por los pescadores para mitigar los daños provocados por las amenazas que ellos perciben que están sufriendo las pesquerías en el Archipiélago. Representación



**Figura 38.** Gráfico porcentual de la opinión recogida de los pescadores respecto a su interés por proteger la biodiversidad marina del Archipiélago.

**¿Está de acuerdo con la creación de un  
AMCP?**



**Figura 39.** Gráfico porcentual de la opinión de los pescadores, recogida en la encuesta, respecto a si están de acuerdo o en desacuerdo con crear un Área Marina Costera Protegida en el Archipiélago.

## **DISCUSIÓN**

La recopilación de la percepción de los pescadores referente a las capturas muestra que, en las Islas Robinson Crusoe y Santa Clara, la CPUE expresada en unidades por salida, para el recurso de langosta (*Jasus frontalis*) tiende a disminuir desde la década de 1970 a la década del 2000, variación entre décadas que resultó ser significativa (Tabla 2). En la década de los 70 se registraron valores con una media de 65 unidades de langosta por salida, mientras que en la década los 80 fue de 48 unidades. Para los siguientes períodos la media fue de 27 unidades en la década de los años 90 y 20 unidades para la década del 2000 (Fig. 13). Por su parte, los resultados obtenidos en la isla Alejandro Selkirk muestran que las capturas promedio de langosta también tienden a disminuir conforme aumentan las décadas, sólo que esta diferencia no fue estadísticamente significativa (Tabla 17). En la década de los 80 se registraron capturas de 84 unidades por salida (CPUE), lo cual disminuyó hacia la década de los 90, con una captura promedio de 45 CPUE y para la década del 2000 este valor disminuye un 11% registrándose 40 unidades capturas por salida de pesca (Fig. 21).

Esta tendencia de las capturas a disminuir en el tiempo, ha sido descrita por otros autores en estudios anteriores (Arana, 1983; Arana & Vega, 2000) donde se menciona la “deprimida” situación de la pesquería de langosta producto del incremento excesivo del esfuerzo pesquero, representado tanto en el número de trampas como en la eficiencia de cada una de ellas (Arana, 1983). Sin embargo esta tendencia al parecer se cumple sólo hasta los años 90, ya que en el estudio realizado por Arana *et al* (2006), bajo el proyecto FIP 2005-21, donde se observa que la CPUE de langosta expresada en unidades por viaje, para Robinson Crusoe y Santa Clara, aunque muestra un tendencia al descenso desde los 70 a los 90, aumenta en la década del 2000 (Fig. 7, Fig. 8 y Fig. 27). También se compararon las tendencias observadas a través de las encuestas a

pescadores con el trabajo realizado por Ernst P, bajo el proyecto FIP 2008-24 , donde la tendencia fue la misma que la descrita a partir de los datos el proyecto FIP 2005-21, tanto para Robinson Crusoe y Santa Clara, la tendencia de la CPUE fue a disminuir desde la década de los 80 a la del 90 y posteriormente aumentó para la década del 2000, siendo inclusive más altas en esta década que las capturas registradas para la década de los 80 (Fig. 9 y Fig. 28).

La diferencia entre las tendencias observadas a partir de los datos de percepción de los pescadores del Archipiélago, versus los datos provenientes del estudio del proyecto FIP 2005-21, podría deberse a que los pescadores fueron entrevistados entre los meses de julio y agosto del año 2009, inclusive antes del comienzo de la temporada 2009-2010 donde al parecer habría aumentado la CPUE tanto en Robinson Crusoe como en Selkirk. Esto se describe en el trabajo realizado bajo el proyecto FIP 2008-24, de Ernst *et al* (2008) donde se indica que la la tendencia entre las temporadas 2003, 2004, 2005,2006 y 2007 tiende a una disminución en las tasas de captura tanto para para la isla Alejandro Selkirk, como para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (Fig. 9), donde los rendimientos son aproximadamente la mitad que los observados en la isla Alejandro Selkirk. (Ernst *et al.*, 2008), a estos se suma lo descrito por Arana *et al.*, 2006, que indica que a partir de antecedentes provenientes de diversas fuentes que permitieron construir una serie histórica de captura entre los años 1930 y 2005, se aprecia una tendencia cíclica de aproximadamente 11 años (1974-1985-1996) en los desembarques de langosta (*Jasus frontalis*), situación que podría estar relacionada en el reclutamiento de esta especie. Probablemente las capturas aumentaron a partir del año 2009 y es por esta razón que los pescadores no alcanzan a percibir el ascenso. Otra posible explicación para las diferencias observadas entre los datos de CPUE de las encuestas y los datos de CPUE de los otros estudios, es la tendencia de los pescadores que son entrevistados a declarar una disminución en las capturas, lo que otros autores

han denominado “prejuicio retrospectivo”, el cual es imposible de cuantificar (O’Donnell *et al.*, 2010). Aparentemente ésta es una tendencia común entre los pescadores entrevistados que se puede corroborar al observar las tendencias descritas a partir de los datos de SERNAPESCA (Fig. 29), provenientes de formularios de pesca que completan los mismos pescadores del Archipiélago y que, por lo tanto, arrastran el mismo error que los datos arrojados por la encuesta. Sin embargo, si bien se ven más cercanos a los datos de la encuesta, el test de correlación arrojó una baja correlación entre estos datos, la cual resultó no ser significativa (Fig. 34 y Tabla 29). Al aplicar el test de correlación a los datos de los estudios de Arana *et al.*, 2006 y Ernst *et al.*, 2008, el resultado no arrojó una relación significativa entre los datos (Tabla 27 y Tabla 28), lo mismo mostraron los diagramas de dispersión que relacionaron, los datos de las encuestas con el trabajo de Arana *et al* (2006) (Fig. 26) y los datos de las encuestas con los datos del trabajo realizado por Ernst *et al* (2008) (Fig. 27) de donde podemos inferir que los pescadores podrían estar subestimando las capturas de langosta obtenidas en la década del 2000 tanto para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara como para la isla Alejandro Selkirk.

Si además comparamos las metodologías que se aplicaron en los estudios de Arana, y en esta tesis, podemos señalar que la información recabada se determinó en conjunto a la inserción pesquera de la zona, mediante formularios donde se especificaba la fecha de salida, el número total de salidas, el número de langosta por salida, el número de botes en operación y el número de langostas desembarcadas, información que es recolectada por SERNAPESCA y que fue solicitada para este estudio. Además se aplicó una encuesta a los patrones de cada bote, refiriéndose al número de trampas por bote y además personal técnico capacitado fue participe de las faenas de pesca, para contabilizar in situ la productividad de langostas comerciales (langostas por sobre la talla mínima y hembras sin huevos) versus la productividad de langostas no

comerciales de cada viaje o salida de pesca (Arana & Vega, 2000). Por lo que parte de la información generada a partir de esta investigación, así como gran parte de las investigaciones pesqueras que se han realizado en el Archipiélago, proviene del conocimiento de los pescadores.

Muchos estudios sobre la pesquería en el Archipiélago han recurrido a una revisión bibliográfica para recolectar datos de captura de langosta y hacerlos comparables a sus estudios, este es el ejemplo de Ernst *et al* (2010), sin embargo la selección de los datos para comparar con los datos aportados por los pescadores a través de su percepción, se vio dificultada por dos razones. Primero: por la escala de tiempo que utilizamos, ya que al usar la escala de tiempo en décadas se pierde mucha información relevante a los hitos en la captura de langosta a lo largo del tiempo, impidiendo quizás reflejar caídas históricas en la abundancia de este recurso, lo que nos impediría describir tendencias a una escala de tiempo más representativa o más comparable con los estudios pesqueros realizados en el Archipiélago y crear un modelo predictivo en el tiempo a través, sólo de la percepción de los pescadores.

En segundo lugar, otro problema al cual nos enfrentamos a la hora de comparar nuestros datos con otros autores, fue la unidad que se utilizó para cuantificar la CPUE, ya que si bien los pescadores perciben la abundancia a través de la captura por lance trampa o por viaje de pesca, por lo que cualquiera de las dos unidades sirve para expresar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) según Ernst *et al* (2010), la CPUE expresada en unidades por viaje, se ve afectado directamente por los niveles de esfuerzo ejercido a través del número de trampas revisado por faena de pesca, número de trampas levantada y el número de trampas utilizado al principio de la temporada y al final de esta por lo que las tasas de captura expresadas como captura por trampa, refleja de mejor forma los cambios reales en la abundancia relativa del recurso langosta.

Los resultados obtenidos en el peso promedio de langosta de Juan Fernández muestra una leve disminución del peso promedio de la langostas desde las décadas de los 70 hasta la de los 90, observándose un leve aumento durante la década del 2000 para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (Fig.14), mientras que para la isla Alejandro Selkirk los datos de peso promedio de langosta no mostraron diferencias considerables entre las décadas (Fig. 22). Al analizar la información recolectada a partir de los datos de peso promedio de langosta y comparando con los estudios realizados por Arana *et al.*, (2000), no podemos estimar una relación adecuada ya que la información proporcionada por los pescadores en esta tesis, no cuenta con datos de longitud cefalotorácica y principalmente de sexo y debido a que la langosta tiene crecimiento barométrico negativo, hembras crecen indistintamente que los machos (Arana & Olate, 2000) la información sólo de peso promedio no nos permite una comparación más acabada.

El recurso Breca muestra que las capturas se han mantenido relativamente constantes a lo largo del tiempo tanto para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara como para la isla Alejandro Selkirk (Fig. 15 y 23), lo mismo se observó con los datos de peso promedio (Fig. 16 y Fig. 24). Este recurso a pesar de ser un recurso incipiente entre las pesquerías de Juan Fernández, es considerada fauna acompañante por ser utilizada como una de las carnadas principales en la captura de langosta (Ernst *et al.*, 2008). Desde el punto de vista pesquero este recurso resguarda un valor crucial en Juan Fernández manteniéndose constante, sin embargo la falta de estudios revela que a pesar de ser una pesquería activa, habría una carencia de interés científico.

Las capturas promedio de Bacalao para la isla Robinson Crusoe y Santa Clara disminuyeron significativamente hacia las últimas dos décadas (Fig. 17), el peso promedio también disminuyó drásticamente en estas islas hacia las dos últimas décadas (1990 y 2000) (Fig. 18). Para la isla

Alejandro Selkirk también disminuyó la captura entre la década de los 80 y la del 2000, mientras que el peso promedio aumentó levemente entre la década de los 80 a la del 90 y disminuyó para la década del 2000 (Fig. 25 y Fig. 26). Según información obtenida de los propios pescadores del Archipiélago, la captura de bacalao para los años 50, incluía ejemplares de bacalao de tallas mayores a las capturadas en los años 80 (Rojas et al 1985). El bacalao constituía una especie importante en los años 80, ya que era destinado al consumo humano en fresco y seco-salado y también como carnada para las capturas de langosta (Flores y Rojas, 1985). Las capturas de bacalao en esos años llegaba al orden de las 100 toneladas para el periodo comprendido entre 1972 y 1979 (Salas, 1980). Durante el periodo posterior a la disolución de la cooperativa de pescadores no se contó con información regular de las capturas de bacalao, hasta el año 2003 donde SERNAPESCA comienza a registrar los desembarques de las Islas Robinson Crusoe y Santa Clara (Caleta Archipiélago de Juan Fernández) donde se registraron para los años 2003; 2004; 2005; 2006; 2007 y 2008: 5,338; 6,686; 0,579; 0,481; 1,361 y 2,504 toneladas respectivamente y para la isla Alejandro Selkirk (Caleta Alejandro Selkirk) donde se registraron para estos mismos años; 1,154; 0,264; NA; 0,403; 0,349 y 1,887 respectivamente. (Tabla 33).

Para el recurso Vidriola, las capturas de este recurso se han mantenido relativamente constantes a través del tiempo, percibiendo una leve disminución en la década de los 90 y luego recuperándose con un leve aumento hacia la década del 2000 (Fig. 23). Este recurso al igual que la breca se mantiene constante en sus niveles de capturas así lo reflejan los datos de captura promedio y los datos de peso promedio tanto para las islas Robinson Crusoe, Santa Clara, para la isla Alejandro Selkirk, los pescadores no entregaron datos de captura y peso promedio de este recurso, ya que la preferencia para la carnada en esta isla la tienen los recursos: breca, anguila y jurelillo de Juan Fernández, según lo reportado en el trabajo FIP 2008-24 (Ernst *et al.*, 2008).

La percepción de los pescadores y los datos formales de investigaciones pesqueras pueden generar sesgos en la cuantificación de las capturas, lo que conlleva a subestimar o sobreestimar las abundancias relativas de las especies. Es por esta razón que la información proveniente de los pescadores, a pesar de ser útil, podría conducir a errores en evaluaciones formales de abundancia de recursos (Neiss *et al.*, 1999) y el su estado de conservación. Sin embargo, el conocimiento de los pescadores siempre se ha utilizado en investigaciones pesqueras y a pesar de tener con un alto potencial de entregar amplia información de pesquerías artesanales e industriales, no ha sido valorizado como tal (Neiss *et al.*, 1999). El conocimiento de los pescadores, ha sido recolectado principalmente en la escala de tiempo en la cual se desarrollan las investigaciones y en general la información de quienes se benefician de los recursos rara vez ha sido reportada sistemáticamente (Neiss *et al.*, 1999). Tal es el caso de las investigaciones realizadas por Arana y Ernst en las islas del Archipiélago de Juan Fernández, ya que sin la información aportada por los pescadores, la información y evaluaciones pesqueras que se han generado a partir de sus estudios no habrían sido completas.

En la última década se han desarrollado investigaciones que tienden a revertir esta situación, dentro de los usos que se le ha dado al conocimiento de los pescadores obtención de datos de captura los cuales tienen el potencial de reflejar los cambios locales en la abundancia, esta información se ha utilizado recientemente por Taylor *et al* (2011), donde se entrevistaron a buzos para obtener datos de la abundancia de recursos antes y después de instaurada una reserva marina y de esta manera reconstruir los cambios de abundancia de los recursos en los últimos cincuenta años; descripción de su actividad en el mar ,información utilizada en investigaciones pesqueras para .determinar el esfuerzo empleado en las capturas. A demás a partir de esta información se pueden inferir cambios que hayan ocurrido en las prácticas tradicionales de una pesquería,

cuando la CPUE es utilizada como índice de abundancia de los stock; la comprensión de cómo varía la práctica tradicional de una pesquería también se ha utilizado para determinar el impacto que estas puedan tener en especies vulnerables. Por ejemplo el trabajo expuesto recientemente por Suazo *et al* (2013), en el cual se aplicaron encuestas a pescadores artesanales del Archipiélago de Chonos para comprender la percepción de los pescadores artesanales en cuanto a sus interacciones con las aves marinas en tierra y en mar , determinar amenazas directas e indirectas resultantes de la actividad de la pesca artesanal de la zona sobre estas aves, establecer información de línea base para problemas de conservación futuros y explorar la posibilidad de integrar a la comunidad en iniciativas de conservación; también se ha utilizado el conocimiento local de los pescadores para determinar el estado de conservación de especies afectadas por la sobrepesca, ejemplos de ello son los trabajos de O'Donnell *et al* (2010), en el cual se utilizaron encuestas a pescadores artesanales para reconstruir la historia de la pesquería del caballito de mar en Filipinas, especie considerada en peligro según la lista roja de EUCN en la cual se le da la categoría de “vulnerable” y para cuya pesquería no existen datos históricos de captura. El principal aporte de este trabajo es la consideración de los supuestos del sesgo retrospectivo en el análisis, comparando la mediana de los datos de captura de la especie en cuestión, que fueron recopiladas a través de la encuesta, con la mediana de las capturas de los datos disponibles en libros de registros para los últimos 10 años de esta pesquería. Si bien los resultados de las encuestas presentaron una menor variabilidad que los datos de registro pesquero, se consideró como línea base histórica las tendencias descritas por los encuestados, ya que al no considerar se podría estar subestimando la vulnerabilidad de esta especie.

Finalmente, se analizó la percepción de los pescadores del Archipiélago de Juan Fernández, respecto a la percepción que tienen del medio ambiente marino, la biodiversidad y las especies

endémicas, así como aspectos relacionados directamente con la actividad tradicional de pesca en el Archipiélago.

Según la percepción de los pescadores el principal recurso amenazado es el bacalao (Fig. 35), lo que se condice con la brusca caída en abundancia de esta especie que puede inferirse de la percepción de las capturas de bacalao descritas por los pescadores para las islas Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk (Fig. 17 y Fig. 25). Este hecho se evidencia en la percepción de los pescadores locales, que perciben a la pesca industrial como la principal amenaza contra la biodiversidad y sustentabilidad de los recursos (Fig. 36)

Los pescadores del remoto Archipiélago de Juan Fernández esperan medidas regulatorias, siendo el escenario ideal para ellos, la prohibición de la pesca industrial 12 millas alrededor del Archipiélago (Fig. 37) y la creación de un área marina protegida que resguarde la biodiversidad marina (Fig. 38 y Fig. 39)

La información aportada por esta tesis coincide con lo reportado por Ernst, *et al* (2010), que es parte del trabajo de un proyecto de cooperación entre el Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales (STIPA) y de un equipo técnico encargado de generar información pesquera relevante para la resguardar la sustentabilidad de la pesquería en el Archipiélago. En este estudio se reconoce para pesquería en el Archipiélago, la existencia de un sistema de pesca emergente desde la propia comunidad, que acompañado de un conjunto básico de regulaciones emanadas desde la autoridad, han permitido hacer sustentable esta pesquería por aproximadamente 100 años y que a pesar de la existencia de numerosas aproximaciones de manejo basado en las comunidades, a nivel mundial el modelo IDFS (Individual discrete fishing spots) de Juan Fernández parece ser un sistema único en su género (Ernst *et al.*, 2010). Aquí, los pescadores siempre han sido parte activa en las decisiones que se han adoptado en sus pesquerías,

de hecho, como se mencionara en la introducción, algunas de sus medidas de regulación han sido incluso autoimpuestas y a pesar de que algunos autores han señalado no se conocen estudios que justifiquen o que al menos expliquen el por qué fueron adoptadas las primeras medidas de reglamentación en la pesquería de langosta (Arana, 1985), estas medidas han sido efectivas y por sobre todo respetadas por los pescadores. Considerar la actitud que tienen los pescadores frente al medio ambiente es cada vez más importantes en conservación, ya que una participación activa de quienes dependen directamente de los recursos favorece el éxito de las medidas de conservación adoptadas, sobre todo si se considera a las comunidades que dependen de la actividad pesquera en las decisiones de la adopción de algunas de las figuras de protección existentes hoy en Chile y en el mundo (Gelcich *et al.*, 2005).

## **CONCLUSIONES**

- Se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, ya que los datos de CPUE de langosta obtenidos a partir de las encuestas a pescadores artesanales del Archipiélago, no tuvieron una correlación positiva con la información proveniente de estudios indirectos de abundancia de Arana *et al* (2006), Ernst *et al* (2008) y Ernst *et al* (2010).
- Según la información proporcionada por los pescadores, la captura de la langosta habría disminuido significativa y linealmente desde la década del 70 a la década del 2000, el recurso bacalao también ha disminuido sus capturas, principalmente en las últimas dos décadas, en cambio, las capturas de la breca y la vidriola se habrían mantenido constantes a lo largo del tiempo.
- Las tendencias que se observan en escala de tiempo decadal a partir de los datos obtenidos de las últimas evaluaciones pesqueras realizadas para el recurso langosta, muestran una disminución desde la década de los 70 a la de los 90 y un aumento en las capturas para la década del 2000, lo que coincide con la CPUE histórica de la tendencia de la pesquería de langosta en el Archipiélago.
- La captura de langosta, estimada a partir de datos obtenidos de entrevistas a pescadores artesanales presenta tendencias similares en el tiempo, a las capturas estimadas a partir de los datos de SERNAPESCA, Arana y Ernst, sin embargo se observa una diferencia en la década del 2000, la que estaría dada porque la entrevista no alcanzó a capturar la década completa, dejando fuera la temporada 2009 y 2010.
- En pesquerías donde la información histórica es escasa, como es el caso del bacalao, vidriola y breca en el Archipiélago, la información que puede ser rescatada del

conocimiento de los pescadores, es vital para establecer las líneas bases para establecer medidas de manejo de las pesquerías.

- La percepción de los pescadores, en cuanto al estado de los recursos icticos en el Archipiélago, indica que el bacalao ha disminuido drásticamente sus capturas , debido al impacto de la pesca foránea y reconocen a esta actividad como la principal amenaza contra la biodiversidad y sustentabilidad de los recursos del Archipiélago.
- La gran mayoría de los pescadores entrevistados apoya la idea de establecer un área marina protegida que excluya la pesca industrial, aun cuando ésta considere el establecimiento de zonas de exclusión total de pesca, tanto en océano abierto como en zonas costeras, ya que esto ayudaría a proteger a las especies endémicas y la biodiversidad marina en general, en el Archipiélago.
- La sustentabilidad de la pesquería de la langosta se debe principalmente a la participación activa de la comunidad de pescadores artesanales en el manejo pesquero, por esta razón el sistema tradicional de la pesquería en el Archipiélago de Juan Fernández es un es buen ejemplo de la importancia de incorporar el conocimiento de los pescadores en las evaluaciones formales, debido al alto potencial de la información y al compromiso que los pescadores adquieren al ser parte de los proceso de evaluación, monitoreo y gestión de las pesquerías.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Arana, P. 1983. Estado en que se encuentra la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). En: P. Arana (ed.). Análisis de Pesquerías Chilenas. *Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso*, pp. 77-111

Arana, P. 1985. Análisis y recomendaciones sobre medidas de regulación en la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). En: P. Arana (ed.). Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. *Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso*, pp. 291-300.

Arana, P. Ahumada, M. Guerrero, A. Espejo, V. Yañez, E. Silva, C. & Orensanz, J. M. (2006). 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*.

Arana, P. & Castilla, J. C. (1987). Perspectivas históricas y proyecciones de la actividad pesquera realizada en el Archipiélago de Juan Fernández, Chile. Islas oceánicas chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigaciones. *Ed. Univ. Católica de Chile, Santiago*, 319-353.

Arana, P. Dupré, E. & Gaete, V. (1985). Ciclo reproductivo, talla de primera madurez sexual y fecundidad de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). *Invest. Mar. en el Archipiélago de Juan Fernández*, 187-211.

Arana, P. & Melo, C. (1973). La langosta de Juan Fernández. II. Pesca comercial de *Jasus frontalis* en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (1972-1973). *Invest. Mar., Valparaíso*, 4(5), 135-154.

Arana, P. Toro, C. & Arana, P. (1985). Distribución del esfuerzo, rendimientos por trampa y composición de las capturas en la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). *Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández*. P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 157-185.

Arana, P., & Vega, R. (2000). Esfuerzo, captura y captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) durante la temporada de pesca 1996-1997. *Invest. Mar., Valparaíso*.

Arana, P. & Vega, R. (2000). Pesca experimental del cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) en el archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 28, 69-81.

Bahamonde, N. (1948). Observaciones biológicas sobre la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis* H. Milne Edwards). *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 1(2), 90-102.

Botsford, L.W. Castilla, J.C. Peterson, Ch. H. (1997). The Management of Fisheries and Marine Ecosystems. *Science*. 277, 509-515.

Canessa, S. (1965). Pesca de la langosta de Juan Fernández. *Pesca de la langosta de Juan Fernández*.

Costello, C. Ovando, D. Hilborn, R. Gaines, S. Deschenes, O. Lester, S. (2012). Status and solutions for the World's Unassessed Fisheries. *Science*. 388, 517-520.

Cubillos, L. Canales, M. Hernández, A. Bucarey, D. Vilugrón, L. and Miranda, L. (1998). Poder de pesca, esfuerzo de pesca y cambios estacionales e interanuales en la abundancia relativa de *Estrangomera bentincki* y *Engraulis ringes* en el área frente a Talcahuano, Chile (1990-97). *Invest. Mar., Valparaiso*. 26, 3-14.

Chamorro, J. (2003). Elaboración de productos pesqueros en el Archipiélago de Juan Fernández. Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 16-22 pp.

Daw, T. (2008). How Fishers count Engaging with fishers knowledge in fisheries science and management. *PhD Thesis, Newcatle University*.

Dreyfus-León, M.J. Martínez-Olvera, R. Hernández-Walls, R. (2011). Numeric simulation of fishing effort and strategies (stochastic and cartesian) using cellular automata. *Cienc. Mar.* 37(4A), 393-402.

Ernst, B., Parada, C., Manríquez, P., Chamorro, J., & Retamal, P. (2008). Dinámica poblacional y pesquera de la langosta en la isla Alejandro Selkirk. *Informe Final FIP*, 24, 170.

Ernst, B. Manriquez, P. Orensanz, J. M. Roa, R. Chamorro, J. & Parada, C. (2010). Strengthening of a traditional territorial tenure system through protagonism in monitoring activities by lobster fishermen from the Juan Fernández Islands, Chile. *Bulletin of Marine Science*, 86(2), 315-338.

FAO (1997). El estado mundial de la pesca y la acuicultura, 1996. *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO*.

FAO (2009). El estado mundial de la pesca y la acuicultura, 2008. *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO*, Roma.

FAO (2011). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2010. Examen mundial de la pesca y la acuicultura. *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación*. Roma, 2010. 3-97.

FAO (2011). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2010. Algunos problemas de la pesca y la acuicultura. *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación*. Roma, 2010. 101-122.

Gaertner, D. Dreyfus-Leon, M. (2004). Analysis of non-linear relationships between catch per unit effort and abundance in a tuna purse-seine fishery simulated with artificial neural networks. *ICES J. Mar. Sci.* 61, 812–820.

García, S.M & Newton, C. (1997). Current situation, trends and prospect in world capture fisheries. Pikitch, E.I. Huppert, D.D. & Sissenwine, M.P. (Ed.). *Global Trends Fisheries Management. America. Fisheries Society Symposium*, 20, Bethesda, USA, 3-27.

Gelcich, S. Edwards-Jones, G. & Kaiser, M. J. (2005). Importance of Attitudinal Differences among Artisanal Fishers toward Co-Management and Conservation of Marine Resources. *Conservation Biology*, 19(3), 865-875.

Halpern, B. Walbridge, S. Selkoe, S. Kappel, C. Micheli, F. D'Agrosa, C. Bruno, J. Casay, K. Ebert, C. Fox, H. Fujita, R. Heinemann, D. Lenihan, S. Madin, E. Perry, M. Selig, E. Spalding,

M. Steneck, R. Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*. 319, 948-952.

Harley, S. J. Myers, R. A. & Dunn, A. (2001). Is catch-per-unit-effort proportional to abundance?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(9), 1760-1772.

Henríquez, G. Rodríguez, L. Lea-Plaza, C. Sáteler, J. & Salas, R. (1985). Diagnóstico de la pesquería de langosta del archipiélago Juan Fernández. CORFO-IFOP (Valparaíso, Chile), AP 86/6, 133.

Hilborn, R., & Peterman, R. M. (1995). The development of scientific advice with incomplete information in the context of the precautionary approach. *Tech. Consult. on the Precautionary Approach to Capture Fisheries (Including Species Introductions), Lysekil (Sweden), 6-13 Jun 1995. Lysekil, Sweden. 6-13 Jun 1995.*

Hilborn, R., & Walters, C. J. (1992). Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2(2), 177-178.

Huntington, H. P. (2000). Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications. *Ecological applications*, 10(5), 1270-1274.

Lagos, H. (2006). Composición específica de la captura íctica incidental de la pesquería de orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*, Collet 1889, en el Archipiélago de Juan Fernández, durante el periodo invernal 2003. Tesis de pregrado. Escuela de Biología Marina. Facultad de Ciencias. Univ. Austral de Chile, 3 - 4 pp.

Larraín, F., Yañez, E., & Arana, P. (1985). Diseño de un sistema de recolección y procesamiento de datos de captura y esfuerzo para la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*, H. Milne Edwards, 1837). *Invest. Mar., en el Archipiélago de Juan Fernández. Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso*, 273-278.

Lobell, M. J. Byer, A. J. Knake, B. O. & Westman, J. R. (1947). The fisheries of Chile. *Present status and future possibilities. United States Fishery Mission to Chile, CORFO-US Department of the Interior, Washington*, 1-454.

Milazzo, M. (1998). Subsidies in world fisheries: a reexamination (Vol. 23). *World Bank Publications*.

O'Donnell, K. P. Pajaro, M. G. & Vincent, A. C. J. (2010). Improving conservation and fishery assessments with local knowledge: future direction. *Anim. Conserv.* 13, 539-540.

Paterson, V. (2010). Integrating fisher knowledge and scientific assessments. *Anim. Conserv.* 13, 536-537.

Pauly, D. Christensen, V. Dalsgaard, J. Froese, R. Torres, F. (1998). Fishing down marine food webs. *Science*. 279, 860-863.

Pauly, D. Christensen, V. Guinette, S. Pitcher, T.J. Sumaila, V.R. Walters, C.J. Watson, R. & Zeller, D. (2002). Towards sustainability in World fisheries. *Nature*. 418, 689-695.

Pizarro, M. F., & Tiffou, M. (1974). La langosta de Juan Fernández. III. Sinopsis sobre la biología de la langosta de Juan Fernández *Jasus frontalis* (Milne-Edwards, 1837). *Inv. Mar*, 5, 1-52.

Rojas, P., Flores, H., & Sepúlveda, J. I. (1985). Alimentación del bacalao de Juan Fernandez *Polyprion oxygeneios* (Bloch y Schneider, 1801) (Pisces: Percichthyidae). *Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernandez*, 305-309.

Sáenz-Arroyo, A., Roberts, C., Torre, J., Cariño-Olvera, M., & Enríquez-Andrade, R. (2005). Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1575), 1957-1962.

Salas R., (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, Universidad Católica de Valparaíso. 129 pp.

Segerstrale, C. (1931). Informe sobre la pesca, industrialización y datos biológicos de la langosta de Juan Fernández. *Departamento de Pesca y Caza, Santiago, Chile*.

Suazo, C. G., Schlatter, R. P., Arriagada, A. M., Cabezas, L. A., & Ojeda, J. (2013). Fishermen's perceptions of interactions between seabirds and artisanal fisheries in the Chonos archipelago, Chilean Patagonia. *Oryx*, 47(02), 184-189.

Sumaila, U. R., & Pauly, D. (2006). Catching more bait: A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies (2nd version).

Taylor, R. B., Morrison, M. A., & Shears, N. T. (2011). Establishing baselines for recovery in a marine reserve (Poor Knights Islands, New Zealand) using local ecological knowledge. *Biological Conservation*, 144(12), 3038-3046.

Turvey, S. T., Risley, C. L., Moore, J. E., Barrett, L. A., Yujiang, H., Xiujiang, Z. Kaiya, Z. & Ding, W. (2013). Can local ecological knowledge be used to assess status and extinction drivers in a threatened freshwater cetacean?. *Biological Conservation*, 157, 352-360.

Ulloa, M. (1968). Marcación de atunes y observaciones pesqueras en la isla Robinson Crusoe (marzo-mayo 1968). *Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, Chile, unpublished*.

Worm, B. Hilborn, R. Baum, J. K. Branch, T. A. Collie, J. S. Costello, C. Fogarty, M. Fulton, E. Hutchings, J. Jennings, S. Jensen, O. Lotze, H. Mace, P. McClanahan, T. Minto, C. Palumbi, S.

Parma, A. Ricard, D. Rosenberg, A. Watson, R. & Zeller, D. (2009). Rebuilding global fisheries. *Science*. 325, 578-585.

Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. Jackson, J. Lotze, H. Micheli, F. Palumbi, S. Sala, E. Selkoe, K. Stachowicz, J. & Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314, 787-790.

Yáñez, E. Pizarro, L. Barbieri M.A. & Barra, O. (1985). Dinámica del stock de langosta (*Jasus frontalis*, H. Milne Edwards 1837) explotado en el archipiélago de Juan Fernández (30°40'S-80°W). *Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso*, 251-271.

Yáñez, E., Canales, C., & Silva, C. (2000). Evaluación indirecta y estado de explotación de la langosta (*Jasus frontalis*) en el archipiélago de Juan Fernández (33 40'S-80 00'W). *Invest. Mar., Valparaíso*, 28, 135-148.

**ANEXO I****Tablas.**

Década	Captura de Langosta (unidades por salida)	% de disminución entre décadas	Captura promedio Breca (Kg)	Captura promedio Bacalao ( Kg)	% de disminución entre décadas	Captura promedio Vidriola ( Kg)
1970	65	36	NA	500	7	NA
1980	42	35	51,27	466,67	76	100
1990	27	26	46,52	110	82	95
2000	20		48,21	20		100
Década	Peso promedio de Langosta. (Kg)	% de disminución entre décadas	Peso promedio Breca (Kg)	Peso promedio Bacalao (Kg)	% de disminución entre décadas	Peso promedio Vidriola (Kg)
1970	5	21	NA	25	7	NA
1980	4	20	1,68	23,30	71	20
1990	3	-13	1,52	6,60	18	25
2000	4		1,67	5,50		25,83

**Tabla1.** Promedios por década, de captura y peso, de los recursos langosta, breca, bacalao y Vidriola en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara y porcentaje de disminución de las capturas de langosta y bacalao entre una década y la siguiente, en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
décadas	3	9,807485	3,26916	5,1689	0,0021
Error	136	86,015688	0,63247		
C. Total	139	95,823173			

**Tabla 2.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

Means Comparisons				
Dif=Mean[i]-Mean[j]				
	1970	1980	1990	2000
1970	0,0000	0,7359	1,1117	1,2766
1980	-0,7359	0,0000	0,3758	0,5407
1990	-1,1117	-0,3758	0,0000	0,1649
2000	-1,2766	-0,5407	-0,1649	0,0000

Alpha= 0,05

Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

q*	Alpha
2,60109	0,05

Abs(Dif)-LSD

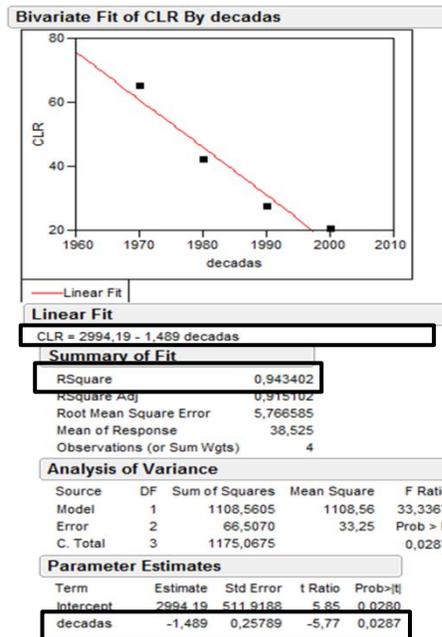
	1970	1980	1990	2000
1970	-1,6890	-0,5072	-0,1201	0,0495
1980	-0,5072	-0,4876	-0,0823	0,0956
1990	-0,1201	-0,0823	-0,4267	-0,2478
2000	0,0495	0,0956	-0,2478	-0,3981

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
1970 A	4,0849543
1980 A	3,3490907
1990 A B	2,9732476
2000 B	2,8083963

Levels not connected by same letter are significantly different

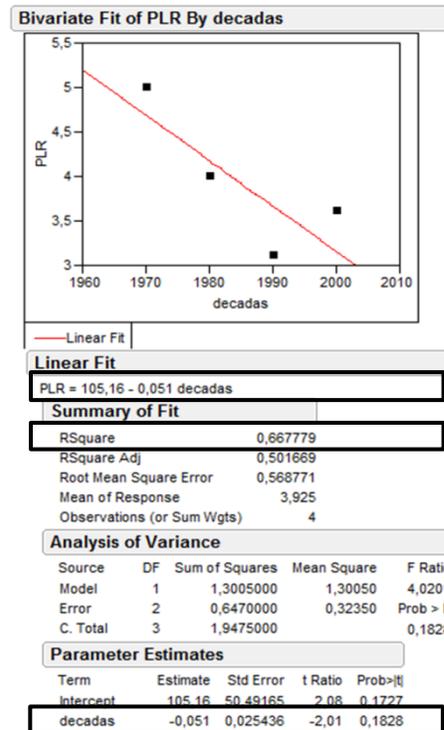
**Tabla 3.** Test *a posteriori*, test de Tukey, procedimiento de comparación de pares múltiples entre los datos de captura de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, para las décadas de: 1970, 1980, 1990 y 2000.



**Tabla 4.** Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de captura de langosta en las islas Robinson Crusoe - Santa Clara y las décadas. Correlación significativa p valor <0,05.

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
décadas	3	0,476663	0,158888	0,5537	0,6483
Error	45	12,912670	0,286948		
C. Total	48	13,389332			

**Tabla 5.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de langosta en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .



**Tabla 6.** Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de peso promedio de langosta en las islas Robinson Crusoe - Santa Clara y las décadas. Correlación significativa  $p$  valor  $< 0,05$ .

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
décadas	2	0,293277	0,146639	0,4198	0,6585
Error	91	31,789846	0,349339		
C. Total	93	32,083123			

**Tabla 7.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de breca en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
décadas	2	0,0426051	0,021303	0,2967	0,7443
Error	65	4,6675640	0,071809		
C. Total	67	4,7101691			

**Tabla 8.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de breca en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Column 2	3	306733,33	102244	17,8853	0,0088
Error	4	22666,67	5717		
C. Total	7	329600,00			

**Tabla 9.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de bacalao en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

Means Comparisons				
Dif=Mean[i]-Mean[j]				
	1970	1980	1990	2000
1970	0,00	33,33	390,00	480,00
1980	-33,33	0,00	356,67	446,67
1990	-390,00	-356,67	0,00	90,00
2000	-480,00	-446,67	-90,00	0,00

Alpha= 0,05

Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

q*	Alpha
4,07087	0,05

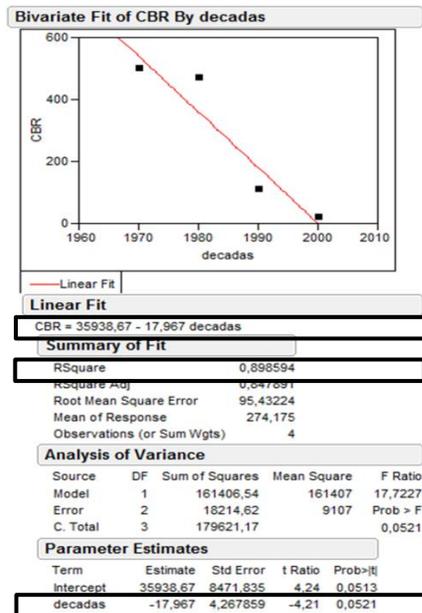
Abs(Dif)-LSD				
	1970	1980	1990	2000
1970	-307,79	-247,64	82,21	103,03
1980	-247,64	-251,31	75,69	91,26
1990	82,21	75,69	-307,79	-286,97
2000	103,03	91,26	-286,97	-435,28

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
1970 A	500,00000
1980 A	466,66667
1990 B	110,00000
2000 B	20,00000

Levels not connected by same letter are significantly different.

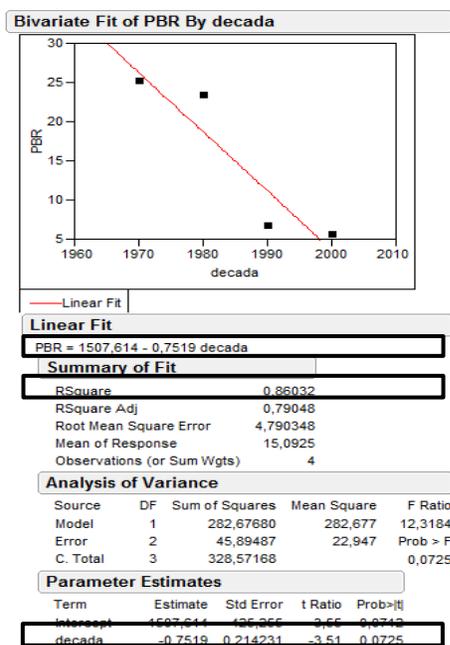
**Tabla 10** Test *a posteriori*, test de Tukey, procedimiento de comparación de pares múltiples entre los datos de captura de bacalao en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, para las décadas de: 1970, 1980, 1990 y 2000.



**Tabla 11.** Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de captura de bacalao en las islas Robinson Crusoe - Santa Clara y las décadas. Correlación significativa p valor <0,05.

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Column 1	3	6,354127	2,11804	1,9974	0,1486
Error	19	20,147441	1,06039		
C. Total	22	26,501567			

**Tabla 12.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de bacalao en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .



**Tabla 13.** Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de peso promedio de bacalao en las islas Robinson Crusoe - Santa Clara y las décadas. Correlación significativa  $p$  valor  $< 0,05$ .

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
décadas	2	0,17512083	0,087560	0,8783	0,4711
Error	5	0,49846667	0,099693		
C. Total	7	0,67358750			

**Tabla 14.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de vidriola en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
decada	2	57,55208	28,7760	0,9333	0,4525
Error	5	134,16667	26,8333		
C. Total	7	211,71875			

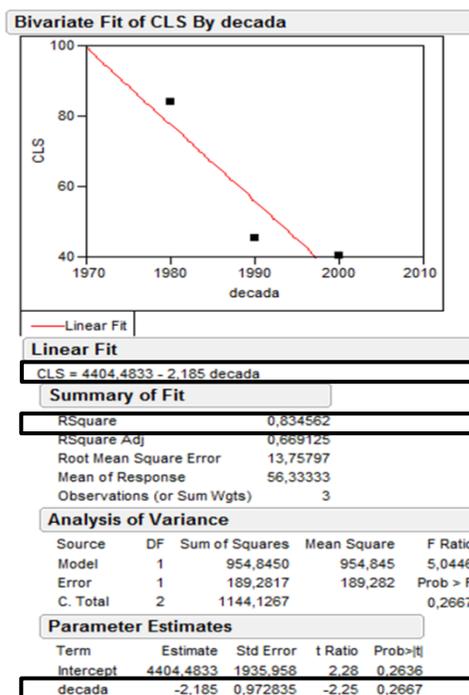
**Tabla 15.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de vidriola en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

Década	Captura de Langosta (unidades por salida)	% de disminución entre décadas	Captura Kg. Breca Selkirk	Captura promedio Bacalao ( Kg)	% de disminución entre décadas
1970	NA	NA	NA	NA	
1980	84	46	32,50	180	34
1990	45	11	35,16	118,25	32
2000	40		36,03	80,61	
Década	Peso promedio de Langosta. (Kg)	% de disminución entre décadas	Peso promedio Selkirk	Peso promedio Bacalao (Kg)	% de disminución entre décadas
1970	NA		NA	NA	
1980	4	-4	0,84	15,38	-37
1990	4,14	-5	1,00	21	14
2000	4,33		0,88	18	

**Tabla 16.** Promedios por década, de captura y peso, de los recursos langosta, breca, bacalao y vidriola en la isla Alejandro Selkirk y porcentaje de disminución de las capturas de langosta y bacalao entre una década y la siguiente, en la isla Alejandro Selkirk.

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
décadas	2	0,977109	0,488555	0,6593	0,5227
Error	40	29,639951	0,740999		
C. Total	42	30,617060			

**Tabla 17.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de langosta en isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

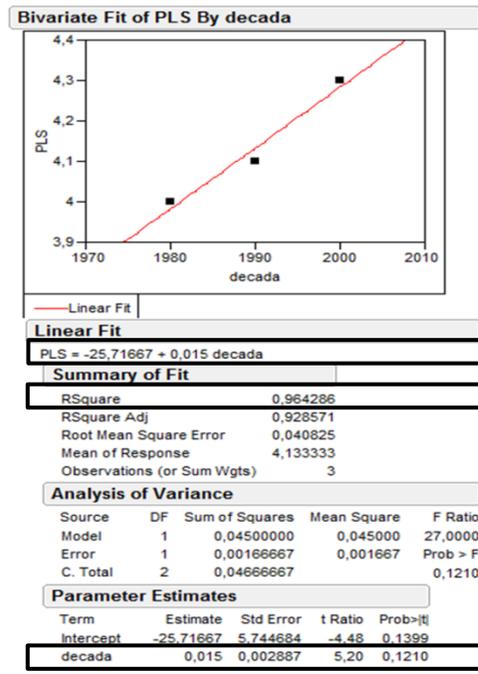


**Tabla 18.** Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de captura de langosta en la isla Alejandro Selkirk y las décadas. Correlación significativa p valor <0,05.

**Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
décadas	2	0,0069011	0,003451	0,0114	0,9886
Error	16	4,8310556	0,301941		
C. Total	18	4,8379568			

**Tabla 19.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de langosta en isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia p<0,05.



**Tabla 20.** Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de peso promedio de langosta en la isla Alejandro Selkirk y las décadas. Correlación significativa p valor <0,05.

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
décadas	2	0,8054944	0,402747	1,0601	0,3695
Error	16	6,0786214	0,379914		
C. Total	18	6,8841158			

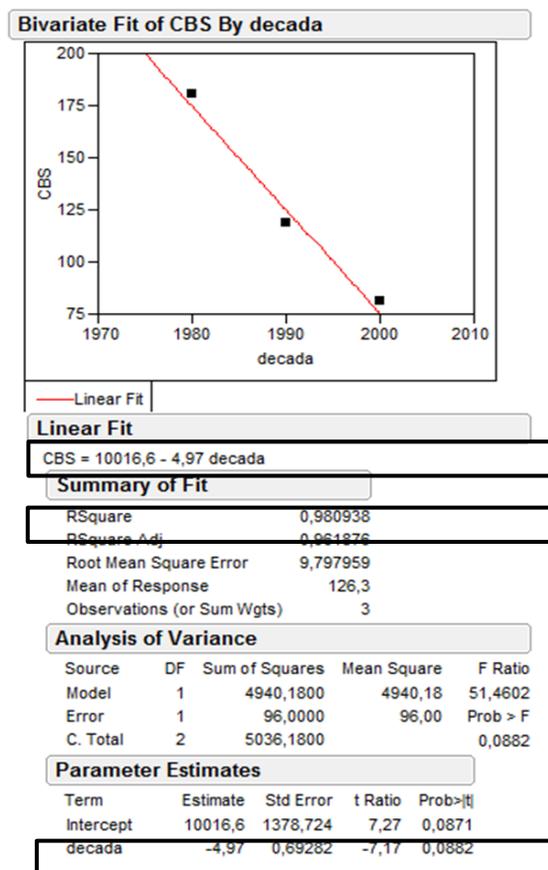
**Tabla 21.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de breca en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia p<0,05.

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
décadas	2	0,06963333	0,034817	0,7220	0,5057
Error	12	0,57870000	0,048225		
C. Total	14	0,64833333			

**Tabla 22.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de breca en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia p<0,05

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
decadas	2	0,727234	0,363617	0,3732	0,6977
Error	10	9,743582	0,974358		
C. Total	12	10,470816			

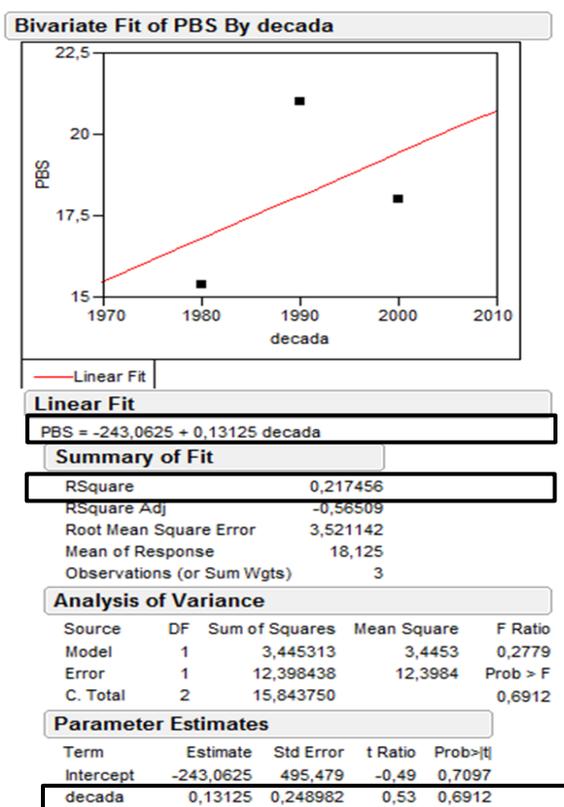
**Tabla 23.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de captura de bacalao en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .



**Tabla 24.** Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de captura de bacalao en la isla Alejandro Selkirk y las décadas. Correlación significativa  $p$  valor  $< 0,05$ .

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Column 1	2	71,11607	35,5580	0,7720	0,4856
Error	11	506,68750	46,0625		
C. Total	13	577,80357			

**Tabla 25.** Análisis de varianza (ANOVA de una vía), aplicado a los datos de peso promedio de bacalao en la isla Alejandro Selkirk, comparación entre décadas. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .



**Tabla 26.** Análisis de regresión lineal y correlación, entre los datos de peso promedio de bacalao en la isla Alejandro Selkirk y las décadas. Correlación significativa  $p$  valor  $< 0,05$ .

```

> cor.test(x = d$Encuesta, y = d$Arana)

Pearson's product-moment correlation

data: d$Encuesta and d$Arana
t = -0.281, df = 5, p-value = 0.79
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.8024061  0.6934816
sample estimates:
      cor
-0.1246976

```

**Tabla 27.** Análisis de correlación de Pearson entre los datos de captura de langosta de la encuesta a pescadores y los datos de Arana *et al* (2006). Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

```

> cor.test(x=d$Encuesta, y=d$Ernst)

Pearson's product-moment correlation

data: d$Encuesta and d$Ernst
t = -0.036, df = 4, p-value = 0.973
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.8176222  0.8053206
sample estimates:
      cor
-0.01801424

```

**Tabla 28.** Análisis de correlación de Pearson entre los datos de captura de langosta de la encuesta a pescadores y los datos de Ernst *et al* (2008). Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

```

> cor.test(x=d$Encuesta, y=d$Sernapesca)

Pearson's product-moment correlation

data:  d$Encuesta and d$Sernapesca
t = 0.9196, df = 5, p-value = 0.4000
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.5222993  0.8810559
sample estimates:
      cor
0.3803643

```

**Tabla 29.** Análisis de correlación de Pearson entre los datos de captura de langosta de la encuesta a pescadores y los datos provenientes del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

Pairwise Correlations					
Variable	by Variable	Correlation	Count	Signif Prob	
Arana	Encuestas	-0,1247	7	0,7899	
Enst	Encuestas	0,2206	6	0,6744	
Enst	Arana	0,9121	6	0,0112	
Sernapesca	Encuestas	0,3804	7	0,4000	
Sernapesca	Arana	0,0976	7	0,8351	
Sernapesca	Enst	0,0677	6	0,8986	

**Tabla 30.** Comparación entre pares de datos (Pairwise correlations Analysis) entre los diferentes estudios con datos de captura de langosta en el Archipiélago de Juan Fernández. Nivel de significancia  $p < 0,05$ .

NOMBRE CALETA	DESEMBARQUE DE BACALAO DE JUAN FERNANDEZ (ton)					PRELIMINAR
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ALEJANDRO SELKIRK	1,154	0,264		0,403	0,349	1,887
JUAN FERNANDEZ	5,338	6,686	0,579	0,481	1,361	2,504
PACHECO ALTAMIRANO				0,015		
PUERTECITO_SNO				0,020	0,030	
COQUIMBO		0,350	0,520	1,123	0,376	
LO ROJAS	0,185					
QUELLON		6,675				
	6,677	13,975	1,099	2,042	2,116	4,391
FUENTE: SERNAPESCA 16/10/2009						

**Tabla 31.** Desembarque de Bacalao de Juan Fernández por caleta (toneladas). Fuente (SERNAPESCA)

**ANEXO II**

**Figura 1.** Fotografía de embarcación utilizada en Archipiélago de Juan Fernández “chalupas de mar”. Bote de doble proa, de entre 8 y 10 metros de eslora, con motor fuera de borda. En la imagen se observa a los pescadores en la maniobra de varado de botes a la caleta del poblado Rada de la Colonia en isla Alejandro Selkirk.



**Figura 2.** Fotografía de trampa utilizada en la pesquería de langosta de Juan Fernández. Estas trampas, están compuestas por dos cámaras, cada una con una entrada cónica hacia el interior, llamaba “buche”.



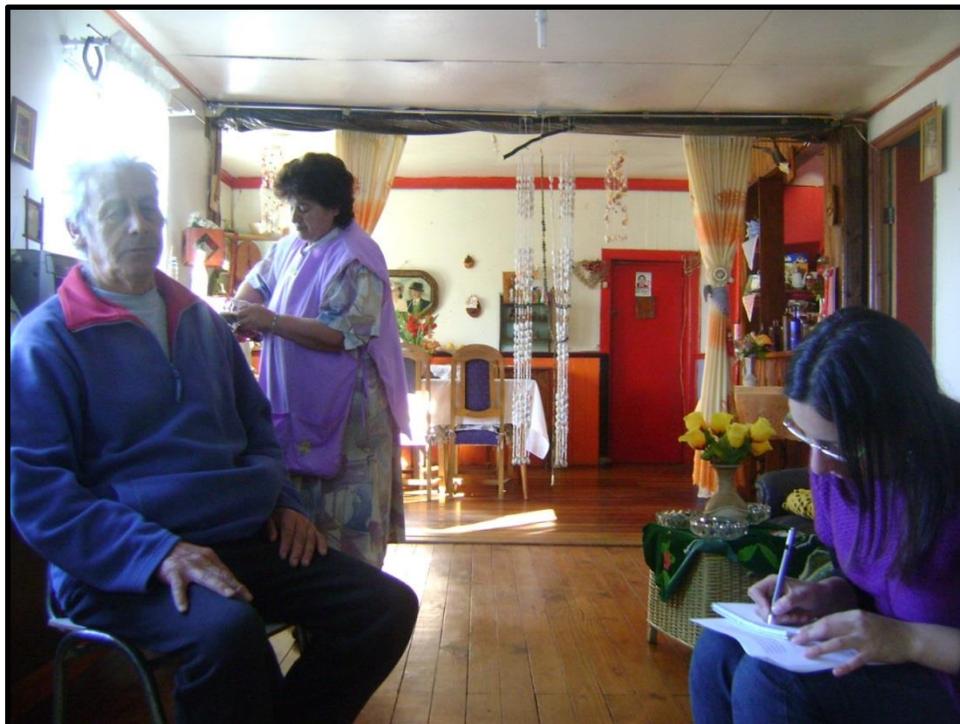
**Figura 3.** Fotografía de vivero de superficie, utilizado para mantener vivas las langostas comerciales capturadas en las faenas de pesca.



**Figura 4.** Fotografía de pequeño torno hidráulico llamado “chigre”. Este chigre es utilizado en la pesquería de langosta para reducir el tiempo de manipulación de las trampas.



**Figura 5.** Imágenes de pesca del recurso breca, una de las carnadas más representativas de la pesquería de langosta de Juan Fernández.



**Figura 7.** Fotografía que representa la ejecución de las entrevistas a pescadores artesanales de las islas Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk y la aplicación de la encuesta.

