



FACULTAD DE CIENCIAS  
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

## TÍTULO DEL TRABAJO

**“EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL LOBO MARINO  
COMUN (*OTARIA FLAVESCENS*) Y LA SALMONICULTURA EN LA X  
REGIÓN: PROPUESTAS PARA MITIGAR SUS IMPACTOS Y  
DISMINUIR LAS PERDIDAS ECONÓMICAS”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**DANIEL SCHRADER RAMOS  
PROFESOR GUÍA: DORIS OLIVA EKELUND**

JUNIO 2005

## **Agradecimientos**

A todo el grupo de trabajo del proyecto FIP 2003 – 32, en especial a Doris Oliva, René Duran y Maritza Sepúlveda por brindarme el apoyo que permitió la realización de este trabajo.

A las personas que facilitaron la entrega de información que permitió la realización de esta tesis, en especial a Pablo Figueroa, Cristhian Petermann y Mauricio Reyes.

A mi familia por apoyarme incansablemente durante los cinco años de mi carrera

A Gustavo Castro y Francisco Roncagliolo, mis compañeros de estudios por entregarme su apoyo y amistad durante cinco años.

# Tabla de contenido

	Página
Tabla de contenido.....	1
Indice de Tablas.....	3
Indice de Figuras.....	4
Resumen .....	6
Abstract.....	10
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1 Desarrollo de la salmonicultura en Chile.....	13
1.2 Antecedentes biológicos del Lobo marino común ( <i>Otaria flavescens</i> ) .....	15
1.3 Tipos de Interacción entre pinnípedos y salmonicultura, y sus efectos .....	17
1.4 Características de la interacción de pinnípedos con salmonicultura y variables que influyen en ésta .....	19
1.5 Medidas de mitigación para los efectos de la interacción entre pinnípedos y salmonicultura.....	21
1.5.1 Medidas de mitigación usadas en otros países.....	21
1.5.2 Medidas de mitigación utilizadas en Chile.....	27
1.6 Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura.....	29
1.7 Marco Regulatorio.....	30
1.7.1 Marco regulatorio Chileno.....	30
1.7.2 Marco regulatorio internacional: British Columbia, Canadá .....	34
1.8 Recomendaciones.....	36
<b>2 PROBLEMA.....</b>	<b>38</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>39</b>
<b>4 METODOLOGÍA .....</b>	<b>40</b>
4.1 Objetivo específico Nº 1: Identificación de las interacciones entre lobos marinos y la salmonicultura y sus efectos.....	41
4.2 Objetivo específico Nº 2: Características y variables que influyen en la intensidad de los efectos producidos por la interacción entre lobos marinos y salmonicultura .....	42

4.3	<b>Objetivo específico N° 3: Descripción y análisis de las medidas de mitigación .....</b>	<b>52</b>
4.4	<b>Objetivo específico N° 4: Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura.....</b>	<b>54</b>
4.5	<b>Objetivo específico N° 5: Impacto ambiental de la interacción y recomendaciones.....</b>	<b>61</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
5.1	<b>Identificación de las interacciones entre lobos marinos y la salmonicultura y sus efectos .....</b>	<b>65</b>
5.1.1	Identificación de las interacciones entre lobos marinos y salmonicultura .....	65
5.1.2	Efectos de las interacciones .....	70
5.2	<b>Características y variables que influyen en la intensidad de los efectos producidos por la interacción entre lobos marinos y salmonicultura .....</b>	<b>73</b>
5.2.1	Características de los centros de cultivo .....	73
5.2.2	Características de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura.....	75
5.2.3	Variables que influyen en la intensidad de los efectos producidos por la interacción entre lobos marinos y salmonicultura .....	77
5.3	<b>Descripción y análisis de las medidas de mitigación .....</b>	<b>85</b>
5.3.1	Descripción de las medidas de mitigación usadas en la X Región .....	85
5.3.2	Análisis de las medidas de mitigación usadas en la X Región.....	93
5.4	<b>Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura.....</b>	<b>95</b>
5.4.1	Impacto Económico de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura .....	95
5.4.2	Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura para la X Región .....	100
5.4.3	Comparación con resultados de estudios anteriores.....	102
5.5	<b>Impacto ambiental de la interacción y recomendaciones .....</b>	<b>106</b>
5.5.1	Identificación de los impactos ambientales .....	106
5.5.2	Recomendaciones .....	112
5.5.3	Mitigación de impactos ambientales a través de las recomendaciones.....	122
<b>6</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>125</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>140</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>142</b>

## ANEXOS

**Anexo 1: Encuesta** aplicada en los centros de cultivo de salmónidos

## Indice de Tablas

	Página
Tabla 1. Número de loberías y abundancia poblacional de lobos marinos comunes en el litoral chileno.....	16
Tabla 2 . Tipos de interacción entre pinnípedos y salmonicultura.....	18
Tabla 3. Información usada para evaluar la interacción entre lobos marinos y salmonicultura, entregada por las empresas salmoneras en la X Región.....	40
Tabla 4. Tipos de interacción entre lobos marinos y centros de cultivo junto a sus efectos, encontrados para la industria salmonera de la X Región.....	65
Tabla 5. Sistemas de protección utilizados en 48 centros de cultivo de la X Región y la apreciación de la eficacia de estos, en porcentaje del total de encuestados.....	93
Tabla 6. Pérdidas asociadas a la mortalidad de salmónidos por lobos marinos y a la pérdida del margen de comercialización para dos centros de la X Región. ....	96
Tabla 7. Costos de los servicios asociados a la mantención de las redes loberas por m <sup>2</sup> . ....	98
Tabla 8. Costos asociados a la mantención de redes loberas en US \$/t producida de salmónidos por año y en US \$/ m <sup>2</sup> . año, según diferentes presupuestos. ....	99
Tabla 9. Estimación del impacto económico de los ataques de lobos marinos para la industria salmonicultura en la X Región.....	100
Tabla 10. Comparación del costo asociado a la interacción de lobos marinos con la salmonicultura en la X Región, entre los años 1997 y 2003.....	104
Tabla 11. Resumen de valores obtenidos para la evaluación del impacto económico que tiene la interacción en la X Región, en el año 2003, comparados con los obtenidos para el año 1997. ....	104
Tabla 12. Impactos ambientales producidos por la interacción, entre lobos y salmonicultura o por los sistemas de protección para el efecto que tiene ésta.....	106
Tabla 13. Cuantificación de los impactos ambientales relacionados con la interacción entre lobos marinos y salmonicultura. ....	111
Tabla 14. Resumen de las medidas de mitigación o prevención de los impactos ambientales relacionados con la interacción entre la salmonicultura y las poblaciones de lobos marinos, en la X Región. ....	122

## Índice de Figuras

	Página
Figura 1. Distribución de la población de lobos marinos entre la I y XII Regiones.....	15
Figura 2: Posición geográfica de los 37 centros de cultivo de salmónidos visitados en la X Región. ....	46
Figura 3. Posición geográfica de los centros de cultivo de salmónidos y loberías usados para estimar la relación entre mortalidad de salmónidos durante el año 2003 y la distancia a la lobería más cercana.....	49
Figura 4. Faena de recambio de redes loberas en un centro de cultivo de salmónidos de la X Región. ....	58
Figura 5. Trucha arcoiris muerta producto de las mordeduras de lobo marino a través de las redes .....	67
Figura 6: Balsa en que se acumula la mortalidad de salmónidos en los centros de cultivo.....	69
Figura 7. Módulos de balsas-jaulas cuadradas en el estuario de Reloncaví.....	74
Figura 8. Módulos de balsas-jaulas circulares en la X Región.....	74
Figura 9. Intensidad de la interacción entre lobos marinos en 48 centros de cultivo en la X Región. ....	75
Figura 10. Estacionalidad en los ataques del lobo marino común en 48 centros de cultivo de salmónidos en la X Región.....	77
Figura 11. Número de peces y biomasa perdida por ataques de lobos marinos, durante el año 2003 en 37 centros de salmónidos en la X Región. ....	80
Figura 12. Análisis de regresión lineal entre el peso de los peces y la biomasa perdida por ataques de lobo marino .....	81
Figura 13. Análisis de regresión lineal entre el peso de los peces y la cantidad de peces perdidos por ataques de lobo marino.....	81
Figura 14. Relación entre la mortalidad de salmónidos en centros de cultivo por ataques de lobos y la distancia a la lobería más cercana. ....	83
Figura 15. Comparación de las mortalidades de peces por lobos marinos en centros con balsas-jaulas circulares y rectangulares, durante del año 2003 en la X Región. ....	84

Figura 16. Diagrama de una red lobera instalada en un tren de balsas-jaulas rectangulares. ....	86
Figura 17. Sección sobre la superficie del agua de una red lobera en una balsa rectangular.....	87
Figura 18. Diagrama de redes loberas instaladas en balsas-jaulas circulares.....	88
Figura 19. Puntos de sujeción de la red lobera a la estructura de una balsa circular. ....	88
Figura 20. Diseño de una red lobera en forma de pirámide truncada. ....	89
Figura 21. Diagrama de los tensores que tienen las redes loberas a las líneas de fondeo, en un centro de cultivo con tren de balsas-jaulas rectangulares.....	90
Figura 22. Relación entre la apertura de malla de una red lobera y el tamaño de un lobo marino. ....	91
Figura 23. Comparación de costos acumulados al usar redes con y sin antifouling, en un horizonte de 5 años. ....	98
Figura 24. Distribución de frecuencia de mortalidades de peces por lobos marinos en 37 centros de cultivo de la X Región, durante el año 2003. ....	101
Figura 25. Distribución de frecuencia de la mortalidad mensual en porcentaje, causada por lobos marinos en 32 centros de cultivos de la X Región. ....	102
Figura 26. Comparación de las distancias mínimas entre red pecera y red lobera con y sin arreglo	.....117
Figura 27. Afección en la estructura de una red lobera debido corrientes marinas simuladas.....	119

## Resumen

Debido a la concentración artificial de peces en los centros que cultivan salmónidos, los lobos marinos comunes (*Otaria flavescens*) ven en éstos una fuente de alimento que tratan de obtener, con la consecuente pérdida económica para la industria salmonicultora. Esta interacción entre lobos marinos y la salmonicultura se desarrolla principalmente en las X y XI Regiones de Chile. Para evitar las pérdidas de salmónidos se han implementado distintos métodos de protección en Chile y el mundo, con resultados variables.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la interacción de las poblaciones de lobos marinos con la salmonicultura de la X Región y proponer recomendaciones que sirvan para mitigar los impactos ambientales y económicos de esta interacción.

En la presente tesis se abordó: (1) la identificación de las interacciones y sus efectos, (2) la caracterización de la interacción y las variables asociadas a la intensidad de su efecto, (3) la identificación y evaluación de las medidas de mitigación usadas, (4) la evaluación del impacto económico asociado a la interacción y (5) la identificación del impacto ambiental asociado a la interacción y la propuesta de recomendaciones para mitigarlo junto con las pérdidas económicas relacionadas a ésta.

Para el levantamiento de la información se visitaron 37 centros de cultivo de salmónidos y se encuestaron 48. Estos representaban el 54% de la producción a nivel de la X Región y el 36% a nivel nacional, para el año 2003. Además se analizó: información bibliográfica de Chile y el mundo, estadísticas de mortalidad de salmónidos, información geográfica de los centros de cultivo e información de empresas que dan servicios a la acuicultura.

Se identificaron siete tipos de interacciones que ocurren entre los centros de cultivo y los lobos marinos, siendo la más común la alimentación de los lobos marinos a través de las redes que contienen a los peces. Las interacciones tienen diferentes efectos siendo el más habitual la pérdida total o parcial de salmónidos.

El nivel de la interacción presenta una gran variabilidad entre los centros de cultivo, lo que no puede ser completamente explicado en base a este estudio. Se encontró que la intensidad de la interacción ha disminuido en los últimos 5 años, ésta se midió como las pérdidas de peces por ataques de lobos. Asimismo, el nivel de interacción presenta una variación temporal, siendo mayor en invierno y durante la noche, estas características se explican por los hábitos de alimentación y reproducción del lobo marino común. Se encontró que la distancia entre los centros de cultivo y las loberías de reproducción no está relacionada con el nivel de interacción en éstos, lo que se explica por la calidad de la información y los hábitos de alimentación del lobo marino. El tipo de balsa-jaula utilizada influye notoriamente en el nivel de interacción, lo que puede ser explicado por la mayor superficie expuesta que tienen las balsas jaulas circulares. Respecto al tamaño de los peces que son atacados frecuentemente, se encontró que son aquellos de mayor tamaño, lo que coincide con lo descrito por otros estudios.

Se halló que el uso de redes loberas de nylon como medidas de mitigación, se encuentra ampliamente difundido, siendo prácticamente el único sistema de protección usado. En los últimos 5 años estas redes han adquirido una mayor complejidad y estandarización. Existen redes de tecnologías alternativas que usan materiales diferentes y que se encuentran en evaluación.

Se estimó un impacto económico relacionado a la interacción de US \$ 30 millones para el año 2003. En los últimos 5 años ha aumentado la inversión en sistemas de protección y han disminuido las pérdidas por muerte de los salmónidos. Se obtuvo un impacto económico, por tonelada de salmónido producida, similar al estimado para 1997 siendo cercano a 9,8 US \$/ t. La industria salmonera de

la X Región efectuó una inversión relacionada a la interacción, cercana a los US \$ 16 millones durante el año 2003. El impacto económico total significó un 2,4% del ingreso del sector para ese año.

Se identificaron los impactos ambientales asociados a la interacción. Estos se generan producto de la interacción en sí y por el uso de sistemas de protección, siendo los más importantes la posible liberación de salmónidos al medio ambiente y la pérdida de la calidad del agua. El impacto ambiental que tiene la salmonicultura, sobre la población de lobos marinos, debido a la mayor oferta de alimentos no ha sido estimado hasta ahora.

Se propusieron recomendaciones que contemplan medidas de gestión y el uso de sistemas de protección, éstas buscan aminorar los impactos ambientales identificados, además del impacto económico. Algunas de éstas son: el uso de balsas-jaulas rectangulares, la mantención de la higiene del centro, el abandono de los sistemas de hostigamiento y consideraciones sobre el diseño y mantención de redes loberas.

Las principales conclusiones obtenidas del estudio fueron:

- La interacción presenta una variación temporal siendo mayor en invierno y durante la noche. Asimismo, existe una baja en la intensidad de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura en los últimos 5 años.
- Se necesitan estudiar más a fondo las variables que influyen en la interacción como la distribución de los lobos en invierno, la influencia de las corrientes marinas o de la higiene del centro.
- Existe una estandarización en el uso de las redes loberas.
- El impacto económico de la interacción superó los US \$ 31 millones para el año 2003, existiendo un aumento de la inversión en redes y una baja de las pérdidas de salmónidos en los últimos 5 años.

- Los impactos ambientales más importantes, estimados teóricamente, serían la liberación de salmónidos por errores de operación y la bioacumulación por el uso de antifouling en redes loberas.
- Existen una serie de medidas aplicables que permiten mitigar los impactos ambientales y económicos asociados a la interacción entre lobos marinos y salmónica.

## Abstract

Due to the artificial fish density in the salmon farms, the Southern Sea Lions (*Otaria flavescens*) have found a source of food that they try to obtain, implying an economic loss to the salmon industry. This interaction between the Southern Sea Lions and the salmon farm happen mainly in Chile's X (tenth) and XI (eleventh) regions. To avoid the loss of salmon, different protection methods have been used in Chile and in the rest of the world, obtaining several results.

The goal of this work was to evaluate the interaction between the Southern Sea Lion populations and the salmon farms in the X region of Chile and therefore proposing advice to mitigate the economic and environmental impacts.

This study approaches: (1) To identify interactions and its impacts, (2) to clarify the interaction's characteristics and the variables associated to the interaction's intensity level, (3) To identify and evaluate mitigation measures, (4) To evaluate the economic impact, and (5) To identify the environmental impact related to the interactions and the proposal to mitigate the impact along with the economic impact.

In order to perform this investigation, 37 salmon farms were visited, and 47 were surveyed. These farms represent 54 % of the X region production and the 36% of the national production, for the year 2003. In addition, the following was investigated: the state of the art in Chile and the world, fish mortality statistics, geographic information of fish farms, and information given by aquaculture companies.

Seven types of interactions between Southern Sea Lion and the salmon farms were identified. The most frequent is that Sea Lions bites through the cages which contain the salmon to obtain their food. These interactions have different effects, but the total or partial loss of salmon is one of the most common.

The interaction level presents a great variability among the salmon farms studied, which cannot be completely explained by this study. It was found that the interaction level has decreased in the last 5 years. The interaction level varies periodically at a daily and seasonal scale, according to the Sea Lion's natural feeding and reproductive behavior. It was found that the distance between the Sea Lion haulouts and the fish farms has no incidence on the interaction level which can be explained because of the eating habits of the animals. The level of interaction is influenced by the type of cage utilized, because of the greater surface that the circular cage presents. In relation with the size of the fish that are attacked, it was found that the bigger ones suffer the most, which agrees with other studies.

It was found that the use of nylon antipredator nets as a mitigation measure has been widely spread among salmon farms, being almost the only protection system used. In the last 5 years they have acquired a greater complexity and standardization. New designs have been built, these are made from different materials and are currently in evaluation.

The economic impact related to the interaction was near US \$ 30 millions for the year 2003. In the last 5 years the investment in protection systems has increased and the losses due to salmon mortality have diminished. The cost of the interaction is similar to the one estimated for the year 1997, being near 9.8 US \$ per produced ton. The salmon industry of the X region invested in matters related to interaction about US \$ 16 millions during the year 2003. The total economic impact means a 2.4% of the salmon industry sales for the same year.

Environmental impacts associated to the interaction were identified. These are generated as a result of the interaction and from the use of protection systems. The most important environmental impacts found were the possible liberation of salmon to the environment and the diminution of the water quality because of the use of antifouling.

Recommendations were proposed to mitigate the impacts. These include the use of protection systems and management measures. Some of these recommendations are: the use of rectangular cages, maintain the hygiene in the salmon farms, avoid the use of harassment systems and considerations on the predator nets design and reparation.

The main conclusions of this work were:

- There is a decrease of the interaction level between sea lion and salmon farms in the last 5 years.
- Research must be made on variables related to interaction levels.
- The predator nets are standardized.
- The economic impact was close to US \$ 31 millions for the year 2003. There is a rise in the predator nets investment and a decrease in salmon's losses.
- The most important environmental impact, theoretically estimated, would be the possible liberation of salmon to the environment and the diminution of the water quality.
- There are a series of applicable measures that allow the mitigation of environmental and economic impacts from the interaction between sea lions and salmon farming.

# 1. Introducción

## 1.1 Desarrollo de la salmonicultura en Chile

Las primeras introducciones de salmónidos en Chile se realizaron a fines del siglo XIX, el interés por importar ovas de salmones y truchas comenzó en 1885 para poblar ríos, lagos y mar con fines deportivos (Techno Press, 2003). En 1905 la piscicultura de Río Blanco en la V Región, produjo la primera eclosión de salmónidos partiendo así el cultivo de truchas en estanques y su introducción en lagos y ríos (Basulto, 2003). Durante la década de los 70 se inició la modalidad de cultivo abierto y, en 1979, la de cultivo confinado. Desde entonces la industria salmonera nacional ha tenido un crecimiento exponencial superando, en 1994, las 100.000 t de producción (Techno Press, 1998) y llegando en el año 2003 a 490.000 t (Subpesca, 2004).

Esta actividad se ha desarrollado principalmente en la X y XI Regiones, representando una fuente de ingreso para el país que llegó a los US \$ 500.000 en 1996 (Techno Press, 1998) y que superó los US \$ 1.147.000.000 en ventas durante el año 2003 (SalmonChile, 2004a). Convirtiéndose así en la actividad de mayor importancia para la acuicultura chilena, y en una de las más importantes para el país. Las principales especies cultivadas son el salmón del atlántico *Salmo salar*, el salmón coho o del pacífico *Oncorhynchus kisutch* y la trucha arco iris *O. mykiss* (Techno Press, 1998).

La fase inicial de vida de los salmónidos se desarrolla en agua dulce y la de crecimiento y maduración se produce en agua de mar. Es por ello que el proceso de cultivo consta de dos etapas (Editec, 1993):

Agua dulce: Se inicia con la obtención de ovas embrionadas y finaliza cuando el individuo presenta indicios de esmoltificación (cambios fisiológicos que

permiten su adaptación al agua de mar), cuyos signos se manifiestan cuando el ejemplar ha alcanzado los 30-40 g. Comprende las etapas de reproducción, incubación y alevinaje.

Agua de mar: Comprende las etapas de smolt, crianza y cosecha. La crianza se inicia con el individuo post-smolt y tiene por objeto la engorda de los peces hasta que alcancen el peso comercial, luego de lo cual son cosechados.

El cultivo de salmónidos en agua de mar se realiza en balsas-jaulas metálicas, plásticas o de madera, que consisten en un marco sujeto a flotadores del que pende una malla flexible, cuya tensión se mantiene normalmente mediante pesos llamados muertos, éstos se unen a la base y lados de la malla. Las balsas son en su mayoría rectangulares, aunque también existen de forma circular y octogonal (Techno Press 2003, Sepúlveda 1998, Ross 1988).

Actualmente, la industria del salmón otorga empleo directo e indirecto a 45.000 personas (SalmonChile, 2004b). Se proyecta que hacia el año 2010 la industria realizará inversiones por unos US \$ 1.460 millones, gran parte de los cuales serán destinados al desarrollo del sector en la XI Región, previéndose la creación de 19.000 nuevos puestos de trabajo en esa zona (SalmonChile, 2004b).

## 1.2 Antecedentes biológicos del Lobo marino común (*Otaria flavescens*)

El lobo marino común *Otaria flavescens*, se distribuye en todo el litoral austral de Sudamérica. Por el Pacífico se extiende desde Zorritos en Perú, hasta las Islas Diego Ramírez, y por el Atlántico desde Isla de Torres en Brasil, hasta el extremo sur de Argentina. La población estimada para toda la zona de distribución es de 230.000 individuos (Sielfeld, 1983).

La Figura 1 y la Tabla 1 muestran la población estimada para cada una de las regiones del país, con un total nacional de 100.000 ejemplares (Oliva, 2004). Estas estimaciones se realizaron durante la década de 1990 a través del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) (Oliva *et al* 2004). Se puede observar que las mayores abundancias se encuentran en la X y XI regiones. Las poblaciones se concentran en las zonas geográficas extremas del país, asociadas a las zonas de alta producción. Las mayores poblaciones coinciden en el sur con las regiones en que se desarrolla mayoritariamente la actividad salmonicultora (Techno Press 2003, Oliva *et al* 2004).

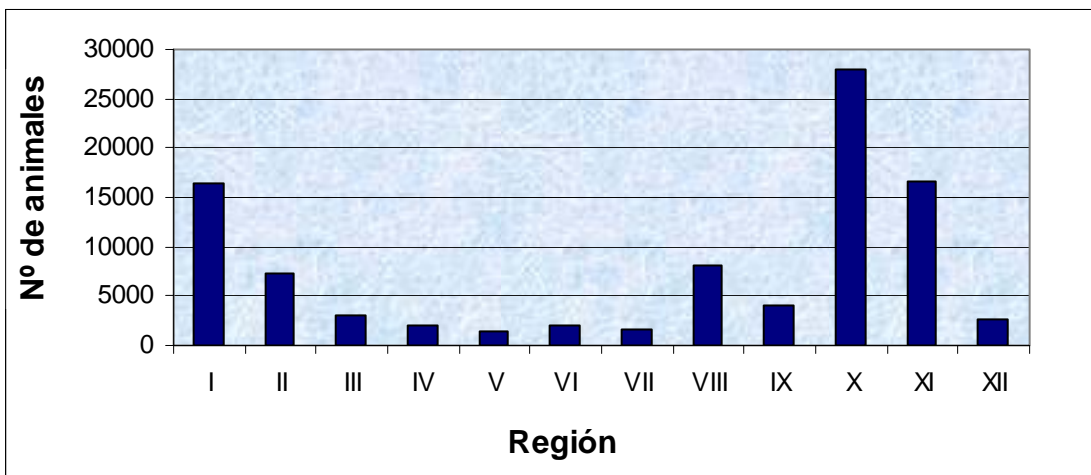


Figura 1. Distribución de la población de lobos marinos entre la I y XII Regiones, basado en los proyectos FIP 95-28, FIP 96-51, FIP 97-44 y FIP 2000-22.

Fuente: Oliva (2004).

Sin embargo, cabe mencionar que ésta es una distribución de verano, época en la cual los lobos marinos se concentran en torno a las loberas reproductivas o parideros. En contraste, durante los meses de invierno, que es cuando las interacciones son más intensas, las poblaciones se dispersan con fines de alimentación (Oliva *et al* 2004).

Respecto a la alimentación del lobo marino común esta es variada, compuesta principalmente por peces, y seguida en menor proporción por moluscos. Su dieta está condicionada a la oferta ambiental de la región en que viven (Aguayo & Maturana 1973, Oliva 1983, Thompson *et al* 1998).

**Tabla 1. Número de loberas y abundancia poblacional de lobos marinos comunes en el litoral chileno. Basado en los proyectos FIP 95-28, FIP 96-51, FIP 97-44 y FIP 2000-22.**

Región	Nº de loberas		Abundancia
	Reproductivas	No reproductivas	
I	12	35	16.371
II	4	37	7.271
III	4	16	3.097
IV	2	26	4.219
V	1	8	1.398
VI	3	0	2.074
VII	1	1	1.629
VIII	6	4	8.066
IX	2	1	4.089
X	13	19	28.025
XI	7	32	16.645
XII	15	57	4.473
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>236</b>	<b>97.357</b>

Fuente: Oliva *et al* (2004)

### **1.3 Tipos de Interacción entre pinnípedos y salmonicultura, y sus efectos**

Debido a la gran densidad de peces que tienen los centros de cultivo, los lobos marinos y focas (pinnípedos) ven en éstos una fuente de alimento que tratan de obtener (Ross, 1988), por lo que se produce ésta interacción.

En Chile la única especie de lobos marinos que provoca daños a la salmonicultura, es el lobo marino común *Otaria flavescens* (Sepúlveda, 1998) mientras que en otras partes del mundo otras especies con altos impactos son la foca común *Phoca vitulina*, la foca gris *Halichoerus grypus* y lobos marinos *Zalophus californianus* y *Eumetopias jubatus* (Jamieson & Olesiuk 2001, Ross 1989).

Estas interacciones traen como consecuencia la muerte directa de los peces en cultivo, el posible escape de éstos y pérdidas asociadas al estrés que provocan los ataques de los pinnípedos en los centros de cultivo (Ross 1988, Sepúlveda & Oliva *en prensa*), que se traduce en un menor crecimiento y mayor sensibilidad a las enfermedades (Sernapesca, 1998b).

Los diferentes tipos de interacciones y su efecto se resumen en la Tabla 2. Entre estos efectos se encuentran: Pérdida del stock de peces por consumo o daño, mayor susceptibilidad a enfermedades en los salmónidos por daños y stress, reducción de las tasas de crecimiento de los salmónidos por stress y pérdida de alimento, daños a las redes y escape de los peces (Ross 1988, Sepúlveda & Oliva *en prensa*).

**Tabla 2 . Tipos de interacción entre pinnípedos y salmonicultura.**

<b>TIPO INTERACCIÓN</b>	<b>EFECTO</b>
Mordedura de peces a través de redes loberas y peceras, o ingreso de lobos marinos a las balsas-jaulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortalidad de peces</li> <li>- Reducción o pérdida del valor comercial del pez dañado</li> <li>- Aumento esfuerzo de buceo por remoción de peces muertos</li> <li>- Aumento susceptibilidad a contraer enfermedades por stress en los peces</li> </ul>
Proximidad de lobos marinos a las balsas-jaulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrés y disminución de la tasa de alimentación de los peces</li> </ul>
Lobos marinos atrapados dentro de las balsas-jaulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de las tasas de alimentación de los peces y stress de éstos</li> <li>- Mortalidad de peces</li> <li>- Estrés y riesgo del personal</li> </ul>
Enmalle de lobos marinos en las redes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortalidad de lobos marinos</li> </ul>
Daños a la red por mordeduras de lobos marinos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de peces por escape</li> <li>- Costo de reparación</li> </ul>
Atracción de lobos marinos por los salmones escapados, o por el aumento de la fauna silvestre acompañante fuera de las balsas-jaulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la interacción</li> </ul>

Fuente: Marine and Marine Industries Council, Tasmania (2002)

## 1.4 Características de la interacción de pinnípedos con salmonicultura y variables que influyen en ésta

Al comparar el trabajo de distintos autores como Sepúlveda (1998) y Sepúlveda & Oliva (*en prensa*) en Chile, Quick *et al* (2004) en Escocia, Ross (1988) en Inglaterra, Marine and Marine Industries Council (2002) en Tasmania y de Jamieson & Olesiuk (2001) en Canadá, se observa que los ataques presentan características similares en distintas partes del mundo, tales como:

- Los ataques por parte de los pinnípedos, consisten en empujar la red lobera contra la malla que contiene los peces para consumir las vísceras de los peces y un número menor de veces ingresan a la jaula.
- En general los ataques ocurren cuando hay menos actividad humana sobre los centros de cultivo, si se considera un periodo de 24 horas y en los meses de otoño e invierno dentro del año.
- Los pinnípedos prefieren atacar los peces de mayor tamaño.
- Muchos de los ataques ocurren por la parte inferior o las esquinas de las redes.
- Se han utilizado diferentes sistemas de protección para los ataques con resultados diversos.
- Existe una gran variabilidad en el nivel de interacción entre centros de cultivo de una misma región.

Respecto a la conducta de ataque de los pinnípedos en el mundo Tillapaugh (1991) y Ace-Hopkins (2002) indican que es similar. La foca común atrapa y muerde el abdomen del pez para succionar sus vísceras, generalmente por debajo de las jaulas (Ross, 1988). La foca gris *Halichoerus grypus* espera los momentos de cambio de marea para que las redes peceras y loberas se junten teniendo así los peces más cerca de ellas para alimentarse.

Asimismo, la intensidad de los ataques depende de factores como: la cercanía de los centros de cultivo a las loberías, la oferta ambiental de fauna íctica nativa, la cantidad y comportamiento de los pinnípedos y las condiciones climáticas. Al respecto Ross (1988) indica las siguientes variables que afectan el grado interacción, entre los centros de cultivo y las poblaciones de foca común:

- El tamaño y condición de la población de depredadores (pinnípedos).
- La distribución comportamiento y cambios estacionales de los depredadores.
- La disponibilidad de alimentos alternativos a los peces de cultivo.
- Las condiciones meteorológicas, aumentando la interacción luego de un temporal.
- Las características físicas del sitio en que se encuentra el centro de cultivo, en términos de profundidad del agua y corrientes.
- La época del año, siendo mayor la interacción en invierno.
- La hora de la jornada, siendo mayor la interacción durante la noche.

Además, la intensidad de la interacción entre pinnípedos y salmonicultura depende de factores relacionados con el desarrollo de la actividad acuícola como: la higiene del centro de cultivo o las medidas para la mitigación de las interacciones (Sepúlveda 1998, Quick *et al* 2004). En relación con esto Ross (1988) indica que los peces muertos en el fondo de las balsas-jaulas, pueden actuar como carnadas atrayendo a las focas comunes.

## **1.5 Medidas de mitigación para los efectos de la interacción entre pinnípedos y salmonicultura**

Durante los últimos años se han utilizado diferentes medidas de mitigación para disminuir la mortalidad de peces de cultivo, producto de la interacción entre la salmonicultura y pinnípedos. Estas medidas incluyen: (1) el uso sistemas de protección contra los efectos de la interacción y (2) medidas de gestión.

Los sistemas de protección corresponden a aparatos usados para disminuir las pérdidas de salmónidos en los centros de cultivo, incluyen el uso de explosivos, aparatos sonoros o redes para mantener a los pinnípedos alejados.

Las medidas de gestión corresponden a prácticas que mitigan los efectos de la interacción entre salmonicultura y los pinnípedos, estas incluyen la remoción letal y no letal de los animales además de las prácticas de manejo de cada centro.

### **1.5.1 Medidas de mitigación usadas en otros países**

Se han desarrollado diversos sistemas de protección y medidas de gestión, los que según Jamieson & Olesiuk (2001) se pueden clasificar en: (1) métodos de hostigamiento, (2) remoción no letal de individuos, (3) remoción letal de individuos y (4) exclusión de los pinnípedos de las áreas de cultivo.

De la revisión de British Columbia Environmental Assessment Office (2001), Jacob & Terhune (2002), Jamieson & Olesiuk (2001), Quick *et al* (2004), Marine

and Marine Industries Council, Tasmania (2002) se pueden mencionar las siguientes medidas de mitigación usadas en países como Canadá, Escocia o Tasmania.

#### 1. Métodos de Hostigamiento

Los métodos de hostigamiento son aquellos que impiden el ataque asustando, molestando o causando stress en los pinnípedos y alejándolos del área. Incluyen la generación de ruidos por distintas formas o la emulación de depredadores naturales. Entre éstos se encuentran:

##### *Bombas para Focas*

Son explosivos detonados bajo el agua que se han utilizado para dispersar a los pinnípedos. Se han usado con eficacia a corto plazo ya que luego de un tiempo los animales ignoran el ruido, además existe un peligro inherente en la manipulación de estos explosivos, junto con esto no se ha evaluado el impacto que tiene sobre otras especies marinas.

##### *Cartuchos de Petardo*

Son cartuchos de escopeta que contienen proyectiles explosivos, el ruido producido por la explosión asusta a los pinnípedos sin causarles daños ya que la explosión ocurre sobre el agua. Se han usado sin mayor eficacia debido a que los animales tienden a ignorar el ruido.

##### *Aparatos de Hostigamiento o Disuasión Acústicos (AHDs y ADDs)*

Este sistema de protección consiste en aparatos electrónicos que producen sonidos que son molestos o dolorosos para los pinnípedos, con la finalidad de mantenerlos alejados de las balsas-jaulas.

Estos aparatos se han vuelto cada vez más potentes. Originalmente cuando se desarrollaron en los inicios de la década de 1980 tenían una intensidad de 140 db, lo que producía un sonido extraño para los pinnípedos pero los animales rápidamente se adaptaron a éstos. Luego en la década de 1990 se desarrollaron aparatos mucho más poderosos capaces emitir de una intensidad de hasta 240 db los que provocaban un ruido incómodo para los pinnípedos. El sonido producido por estos aparatos se propaga a grandes distancias y afecta a otras especies de mamíferos marinos que no atacan los centros de acuicultura.

Distintos estudios muestran que si bien los aparatos de hostigamiento o disuasión acústicos son eficaces en un principio, con el paso del tiempo los animales tienden a acostumbrarse (Jacob & Terhune. 2002, Jefferson & Curry 1994)

#### *Sonidos de depredadores*

Consiste en reproducir sonidos de orcas, que son los depredadores naturales de los pinnípedos que atacan a los centros de cultivo para asustarlos. La eficacia de este sistema se limita solo a un corto período debido a que los pinnípedos se dan cuenta de que asociado al ruido no está la presencia de una orca.

#### *Modelos de Depredadores*

Consisten en un modelo físico de una orca que se instala en las cercanías de los centros de cultivo. Este sistema solo tiene una eficacia temporal debido al acostumbramiento que provoca en los pinnípedos cuando estos se dan cuenta que no representa peligro.

### *Persecución*

Consiste en la persecución de los pinnípedos en embarcaciones motorizadas para asustarlos. Esta medida probó ser ineficaz ya que los animales aprendieron a evitar las embarcaciones.

### *Hostigamiento Táctil*

Implica disparar a los pinnípedos con proyectiles no letales como balines de goma. Esta medida presentó una eficacia limitada.

### *Condicionamiento de Apatía*

Es la aplicación de un estímulo doloroso o poco placentero a los animales para modificar su conducta. Esto se ha intentado poniendo Cloruro de Litio en las presas de los pinnípedos, para provocarles nauseas o vómitos. Esta medida no demostró ser eficaz para uso continuo pero podría ser útil para usar en algunas épocas del año (Marine and Marine Industries Council, Tasmania 2002).

## 2. Remoción no letal de Individuos

Esta medida consiste en capturar y reubicar a los individuos que habitualmente atacan un centro de cultivo. Esto ha probado ser ineficaz debido a la dificultad que implica atrapar vivo un lobo marino o foca y por que la mayoría de éstos tienden a volver al lugar del cual fueron sacados. Adicionalmente esta medida implica un elevado costo por la captura y reubicación de animales.

## 3.

## Remoción letal de individuos

Consiste en matar animales experimentados que habitualmente vuelven a un centro de cultivo. Esta medida ha sido efectiva en el corto plazo cuando otras soluciones no han servido. Sin embargo, existe la posibilidad de que nuevos pinnípedos lleguen a alimentarse, pudiendo ser esto por individuos de la misma zona o por migraciones locales.

### 4. Exclusión de los pinnípedos de las áreas de cultivo

Consiste en impedir físicamente el ingreso de los depredadores a la zona de cultivo usando redes en diferentes configuraciones. Estas redes pueden ser: (1) red pecera o primaria, (2) red lobera o de depredador, (3) red perimetral o elevada.

#### *1. Red pecera o primaria*

Consiste en la malla que contiene a los peces. A pesar de no estar diseñadas para evitar los ataques de los pinnípedos, la rigidez de estas dificulta la manipulación por parte de los depredadores con lo que se limita el acceso a los peces.

Un sistema, descrito por Arnold (1992), en que se tensó la red pecera mediante poleas logró disminuir los problemas asociados a focas. Sin embargo la zona en que se ocupó el sistema no presentaba ataques regulares o persistentes.

#### *2. Red lobera o de depredador*

Hechas de una malla con una abertura mayor a la red pecera, cuelgan alrededor de una o un grupo de balsas-jaulas existiendo un espacio entre ésta y la red primaria o pecera. Lo más común son paños que cuelgan desde los pasillos hasta varios metros más abajo del fondo de la red primaria o pecera y en la mayoría de los casos tiene un fondo. En general las redes se consideran eficaces en

cuanto se realicen las mantenciones, para evitar que estén sueltas o tengan roturas.

Existen diversas configuraciones de redes loberas con diferentes eficacias, el estudio realizado por Quick *et al* (2004) en Escocia encontró las siguientes configuraciones:

- a) Red lobera tipo cajón o caja: Consiste en una red sumergida con paños laterales y fondo que cubre completamente la red que contiene a los peces.
- b) Red lobera de cono: es una red sumergida con forma de cono para minimizar el área del fondo, donde ocurren muchos de los ataques.
- c) Red lobera tipo falda: es una red sumergida que rodea el centro de cultivo pero no tiene fondo, generalmente con pesos en la parte inferior.
- d) Red con falso fondo: consiste en una jaula con un fondo reforzado que separa los peces encerrados de los depredadores.
- e) Redes loberas tensadas: cualquier red que se encuentra tensada de modo que no cederá con el movimiento de las mareas o corrientes.
- f) Anillos de hundimiento: son pesos unidos a las redes sumergidas para mantenerlas estables.

De los anteriores, el mismo estudio encontró que de los sistemas más eficaces para el control de los ataques fueron: Las redes loberas cónicas, los anillos de hundimiento y las redes loberas tensadas.

En el caso de estas últimas el autor menciona un caso fuera de su estudio en que a pesar de que el centro de cultivo se encontraba a 200 m de una lobería, este no presentó mortalidad de peces por pinnípedos.

Ross (1988) menciona como uno de los factores determinares de la eficacia de las redes loberas que exista un espacio entre éstas y las redes peceras.

Además de todo esto se han usado mallas rígidas de metal (Marine and Marine Industries Council, Tasmania 2002) que tenían la ventaja de reducir el crecimiento del fouling, y al presentar una mayor rigidez dificultan los ataques. Estas se han usado con resultados positivos sin embargo, existe preocupación por el efecto del Zinc en los peces cultivados.

#### *Red perimetral o elevada*

Estas redes son del mismo material que las anteriores pero se encuentran suspendidas de tubos alrededor del perímetro de las jaulas rectangulares, de manera de evitar que los pinnípedos ingresen por la parte superior de las balsas-jaulas. Son efectivas en la medida que tienen la altura suficiente y estén correctamente instaladas.

### **1.5.2 Medidas de mitigación utilizadas en Chile**

En Chile la mitigación de los efectos que tiene la interacción se ha realizado principalmente por el uso de sistemas de protección contra los ataques de lobo marino común, de acuerdo con los estudios realizados por Sepúlveda (1998) y Sepúlveda & Oliva (*en prensa*), se han usado: (1) redes loberas, (2) armas de fuego, (3) sistemas de acosamiento acústico, (4) persecución y (5) modelos de depredadores.

#### **1. Redes loberas**

Fabricadas en nylon consisten en la unión de varios paños de malla para cubrir la totalidad de la parte sumergida las balsas-jaulas, existiendo diferentes configuraciones.

Respecto a la apertura de malla Sepúlveda (1998) encontró que ésta variaba entre 10 y 20 pulgadas. Las aperturas de mallas pequeñas son ventajosas en

cuanto: (1) son una buena barrera para el lobo marino, (2) impiden que éste se enmalle y (3) el fouling adherido da más peso a la red. Sin embargo presentaban la desventaja de disminuir la circulación de agua cuando se les adhieren los organismos incrustantes (fouling). Las redes con una apertura de malla mayor se consideran ventajosas en cuanto son más económicas, fáciles de manejar y se les adhiere una menor cantidad de fouling. Sin embargo, éstas facilitan el enmallamiento de los lobos.

Según Sepúlveda & Oliva (*en prensa*) durante 1997 en Chile se usaban las siguientes configuraciones:

- Red lobera tipo cajón.
- Red lobera tipo falda.
- Red lobera tipo cerco o perimetral.

En general las redes eran consideradas un sistema de protección eficaz en impedir los ataques.

## 2. Armas de fuego

Consistía en dispararles a los lobos marinos para impedir el ataque ahuyentándolos o matándolos. Se consideró como un sistema de eficacia variable y tiene la consideración que en Chile es ilegal.

## 3. Sistemas de acosamiento o acosamiento acústicos

Los sistemas acústicos usados en Chile eran equipos similares a los usados en el resto del mundo, existiendo equipos pertenecientes a dos fabricantes. Por un lado se tenía los modelos Mk2 y Mk3 de Ferranti –Thomson, y por otro el T88 de Poseidón Aquaculture. Este sistema fue considerado poco eficaz, al igual que en el resto del mundo, producto del acostumbamiento de los lobos al sonido.

4.

## Persecución

Consistía la persecución de uno o más animales al ser avistados cerca de los centros de cultivo acompañado por lo general de sonido y golpes sobre el agua por parte del personal del centro de cultivo. Este sistema fue considerado de eficacia variable, teniendo la desventaja de ser poco practicable durante la noche que es cuando se registran muchos de los ataques.

### 5. Modelos de depredadores

Consistía en el uso de la llamada orca falsa, una estructura de fibra de vidrio con polietileno, de colores blanco y negro que busca asemejar una orca y así asustar a los lobos marinos. Este sistema presentó buenos resultados al principio pero luego los lobos eran capaces de reconocer la que se trataba de un modelo.

## **1.6 Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura**

En relación a las pérdidas económicas que significa para la industria salmonera la interacción de sus centros de cultivo con pinnípedos, se han calculado pérdidas cercanas a los 1,4 – 4,8 millones de libras esterlinas en Escocia (Ross, 1988). En Tasmania, se ha estimado una pérdida de US \$11,5 millones para el año 2000, lo que representa aproximadamente el 10% del costo de producción (Marine and Marine Industries Council, 2002). En la Columbia Británica, de Canadá, la interacción con mamíferos marinos significó para el año 1996 pérdidas por 10 millones de dólares canadienses, equivalentes al 1,5% de la producción de ese año (British Columbia Environmental Assessment Office, 2001).

En Chile según Sernapesca (1998b) los costos asociados a estos ataques fueron cercanos a los 21 millones de dólares, para el año 1997, lo que está asociado a las pérdidas del valor de venta de los peces y a la implementación y mantención periódica de los sistemas de protección para los efectos de las interacciones. Esto significó, para 1997, la pérdida cercana al 3,5 % de los ingresos del sector salmonero. El estudio no evalúa directamente los costos asociados a los seguros que existen para las pérdidas de salmónidos.

Sepúlveda (1998) estima pérdidas de alrededor de US \$ 6,7 – 8,3 millones en la X Región en Chile para el año 1997, considerando solo la pérdida de la inversión en los peces.

Este impacto económico puede ser significativamente mayor si se considera el estrés que provocan los ataques sobre los salmones, con una consecuente menor tasa de crecimiento, aumento de las enfermedades y menor calidad de los peces (Ross 1988, Arnold 1992, Nash *et al.* 2000). Sin embargo existe una gran dificultad en medir estos efectos indirectos.

## **1.7 Marco Regulatorio**

### **1.7.1 Marco regulatorio Chileno**

Los cuerpos legales vigentes, en Chile, que se relacionan con los lobos marinos y las actividades de salmonicultura y por ende también con la interacción son:

1. Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 de 1989 y su modificaciones.
2. Decreto Supremo N° 320 de 2001 del MINECOM, Reglamento Ambiental de Acuicultura.
3. Cuerpos legales sobre la veda extractiva del lobo marino común.

Adicionalmente a las leyes, decretos y resoluciones existe el Acuerdo de Producción Limpia (APL) del sector salmonero.

## Ley General de Pesca y Acuicultura

En su artículo 74 establece la responsabilidad de mantener el equilibrio ecológico y la preservación del medio ambiente en los centros de acuicultura (MINECOM, 1991).

El artículo 87 establece la necesidad de reglamentar las medidas de protección para el medio ambiente en los establecimientos que exploten concesiones de acuicultura. Esto para que operen en niveles compatibles con las capacidades de los cuerpos de agua lacustres, fluviales y marítimos (MINECOM, 1991).

Además en el su título IX establece las sanciones por incumplimiento de vedas.

### 2. Reglamento Ambiental para la Acuicultura

Este reglamento no aborda directamente la interacción con lobos marinos. Sin embargo, algunos de sus artículos mencionan el cumplimiento de prácticas que ayudan a aminorar la interacción así como a mitigar y prevenir sus impactos, a continuación se mencionan estos artículos (MINECOM, 2001).

*Artículo 4º.-*

*Todo centro de cultivo deberá cumplir siempre con las siguientes condiciones:*

*a) Mantener la limpieza del área y terrenos aledaños al centro de cultivo de todo residuo sólido generado por éste. En ningún caso se podrán eliminar desechos, residuos o desperdicios ni al agua ni a los terrenos circundantes.*

*b) Disponer los desechos o residuos sólidos y líquidos, incluidos los compuestos sanguíneos y los ejemplares muertos, en depósitos y condiciones que no resulten perjudiciales para el medio circundante. Su acumulación, transporte y disposición final se realizará conforme a los procedimientos establecidos por la autoridad competente.*

c) Retirar, al término de su vida útil o a la cesación de las actividades del centro, todo tipo de soportes no degradables o de degradación lenta que hubieren sido utilizados como sistema de fijación al fondo, con excepción de las estructuras de concreto utilizadas para el anclaje.

d) Impedir que las redes, linternas o líneas de cultivo que penden de estructuras flotantes, tengan contacto, en momento alguno, con los fondos. Esta condición no será aplicable a los sistemas de anclajes y mecanismos que fijen estructuras de cultivo al fondo.

e) Contar con sistemas de seguridad adecuados para prevenir el escape de recursos en cultivo.

#### *Artículo 5º.-*

*En cada centro deberá existir un plan de contingencia, que describa en orden cronológico las acciones a desarrollar en caso de ocurrir circunstancias susceptibles de constituir riesgo de daño o que causen daño ambiental. Dicho plan deberá considerar, a lo menos, los casos de mortalidades, escapes y/o desprendimientos masivos de los organismos en cultivo y las pérdidas accidentales de alimento y/u otros materiales.*

#### *Artículo 9º.-*

*Sólo se podrá realizar la limpieza de los artes de cultivo (linternas, cuelgas, flotadores, etc.) y los lavados de redes con y sin anti-incrustantes en instalaciones que permitan el tratamiento de sus efluentes, los cuales deben cumplir con las normas de emisión fijadas de acuerdo al art. 40 de la Ley 19.300. Los residuos sólidos en ellas generados deben ser dispuestos de acuerdo a lo que estipule la normativa pertinente.*

*Para realizar la limpieza antes indicada en áreas sometidas a la competencia de la autoridad marítima, se requerirá la autorización expresa de ésta.*

## Cuerpos legales sobre la veda extractiva del lobo marino común

En la actualidad existen tres cuerpos legales relevantes sobre la veda extractiva del lobo marino común (MINECOM 2004, Subpesca 1996):

- Decreto Supremo Exento N° 225 de 1995 del MINECOM: Establece la veda extractiva nacional por 30 años a partir del año de publicación
- Decreto Exento 765 de 2004 del MINECOM. Establece la veda extractiva nacional por 5 años a partir de la fecha de publicación.
- Resolución de la Subpesca N° 896 de 1994 del MINECOM. Suspende la veda extractiva para el lobo marino común, establecida para el litoral de la I y II regiones, entre la fecha de publicación y el 30 de noviembre de 1996. Reglamenta los implementos de caza, las condiciones de ésta y la talla mínima de los individuos que se pueden cazar.

El primero de estos cuerpos legales es de carácter general fijado para todo el país, la veda se analiza cada cinco años. Si no existen excedentes productivos se declaran 5 años más de veda, como es el caso del DS N°225 de 1995. En caso de existir exentes productivos se puede dar autorización para la caza a través de una resolución de la Subsecretaria de Pesca. En ésta se establecen los plazos y condiciones para la extracción del recurso lobo marino común, como es el caso de la resolución de la Subpesca N° 896 de 1994.

3.

## Acuerdo de producción limpia del sector salmonero

El acuerdo de producción limpia (APL) del sector salmonero constituye un convenio de autorregulación entre las autoridades de gobierno y el sector privado, siendo éste representado por la asociación SalmonChile. Este acuerdo establece metas y acciones para mejorar aspectos ambientales en los diferentes sectores de la industria salmonera, este acuerdo es de carácter voluntario. Dentro del tópico “Centros de Cultivo”, algunas de estas metas y acciones se relacionan con la interacción entre lobos marinos y salmonicultura, debido a que se refieren al uso de redes o prácticas de higiene. A continuación se mencionan éstas (SalmonChile, 2002).

### ***Acciones de aplicación en el sector cultivo de salmónidos en balsas-jaulas***

- *Las empresas se comprometen a que todo el recambio de redes se hará sobre la base de la nueva medida de 10 pulgadas o menos, con efecto inmediato. Pero aquellas empresas que hoy día están usando medidas distintas a ésta, irán consumiendo sus stocks de modo que su reemplazo total se complete durante el período del APL (2 años). En todo caso las empresas pondrán especial cuidado en mantener una tensión adecuada en las redes para evitar el enmallamiento de lobos en las mismas, utilizando para tal fin dispositivos como anillos submarinos utilizados en el fondo de las mallas loberas*
- *Promover la contratación de servicios de limpieza de redes, a aquellas empresas que comprometan producción limpia en el otorgamiento de sus servicios.*
- *Implementar o generar convenios con talleres de reciclaje o recuperación de estructuras y/o materiales de centros de cultivos, e incentivar la capacitación del personal en los temas de reciclaje de insumos productivos.*

#### **1.7.2**

## **Marco regulatorio internacional: British Columbia, Canadá**

British Columbia Environmental Assessment Office (2001) identifica los cuerpos legales de Canadá que existen para regular la interacción entre pinnípedos y salmonicultura, estos son:

- *Aquaculture License*

Contiene lineamientos generales en que se requieren a los salmoneros para evitar la depredación de salmónidos por parte de los pinnípedos. Obliga a los salmoneros a tomar medidas para la prevención de la depredación que sean razonables y legales, pero no las define.

- *License to kill Marine Mammals, License to trap or kill wildlife under provincial control, Provincial Wild Life Act y Federal Fisheries Act*

Prohíben la matanza de mamíferos marinos sin una licencia válida entregada por el Departamento de Pesquerías y Océanos. Se entregan licencias para matar mamíferos marinos, a los salmoneros, en caso que las medidas de mitigación convencionales de la interacción fallen.

- *Permit to operate Acoustic Deterrent Device (ADD)*

Autoriza a los salmoneros para utilizar aparatos de sonido submarinos obligándolos a mantener un registro del comportamiento de los mamíferos marinos mensualmente. Adicionalmente estos aparatos deben ser operados solo al divisar leones marinos o focas.

- *Sitting guideline to separate salmon farms from Seal/Sea lion haulouts policy guide line*

Recomienda no ubicar centros de cultivo a menos de un kilómetro de una lobería conocida. El autor menciona que esta reglamentación no se sustenta en estudios de la biología del animal.

- *Aquaculture regulation*

Entrega las resistencias mínimas que deben tener las diferentes redes usadas en los centros de cultivo.

Respecto a los acuerdos Internacionales, el único que contempla la protección pinnípedos es la “Convención de Focas Antárticas” (Poveda, 2005). Los planes de manejo que existen en la actualidad han sido desarrollados por países como Estados Unidos o Nueva Zelanda. Estos se adaptan a las especies e intereses propios de cada país (Poveda, 2005).

## **1.8 Recomendaciones**

De la revisión de autores como Ross (1988), Scottish Salmon Growers Association (1990), British Columbia Environmental Assessment Office (2001), Jamieson & Olesiuk (2001) se desprenden las siguientes recomendaciones para manejar la interacción de pinnípedos con la salmonicultura y sus impactos:

- Las redes loberas deben cubrir por completo las balsas-jaulas y estar tensadas.

- El desarrollo de las redes loberas deben propender a minimizar el enmallamiento de los pinnípedos u otros animales.
- Las redes loberas deben tener una distancia óptima con la red pecera, que dependerá del diseño y las corrientes del lugar.
- Las balsas-jaulas deben tener un pasillo por su alrededor de manera que aumenten el espacio entre la red pecera y la red lobera.
- Los centros de cultivo de salmónidos deben implementar un plan de control para mitigar la depredación de salmónidos.
- Los centros de cultivo deben evitar el uso de sistemas de hostigamiento acústico.
- La matanza de pinnípedos debiera estar estrictamente regulada.
- Las empresas deben desarrollar bases de datos que documenten la pérdida de salmones por ataques de pinnípedos.
- Se deben desarrollar programas de monitoreo de las poblaciones de pinnípedos.
- No se debe establecer una distancia mínima entre centros de cultivo y una lobería, hasta no tener las bases biológicas que justifiquen esta decisión.
- Hay que evaluar los riesgos de usar antifouling en redes.

## 2 Problema

Actualmente existe, en la X Región de Chile, una interacción entre las poblaciones del lobo marino común y los centros de cultivo salmoneros. Producto de esta interacción se generan impactos ambientales y económicos.

La información sobre el nivel de interacción, las variables que influyen en los efectos de ésta y el uso de medidas de mitigación fue levantada el año 1997 (Sepúlveda & Oliva *en prensa*, Sernapesca 1998b) desconociéndose las variaciones que puedan haber existido hasta hoy. Además de lo anterior, no existe una regulación para los sistemas de protección ni las prácticas que se usan para mitigar en efecto de la interacción.

Lo anterior crea la necesidad de evaluar la interacción y las variables que influyen en ésta, así como el impacto económico y ambiental asociado. Esto objeto de poder plantear recomendaciones que permitan manejar adecuadamente el conflicto entre las poblaciones de lobo marino y la actividad salmonicultora.

## **3 Objetivos**

### **Objetivo General**

El objetivo general de este trabajo de tesis es evaluar la interacción entre las poblaciones de lobo marino común y los centros de cultivo de salmónidos en la X Región de Chile junto con proponer recomendaciones que permitan mitigar los impactos ambientales asociados a esta interacción así como disminuir las pérdidas económicas.

### **Objetivos específicos**

1. Identificar la interacción de las poblaciones de lobo marino común con los centros de cultivo de salmónidos en la X Región y los efectos de ésta.
2. Determinar las características y las variables que influyen en la intensidad de los efectos producidos por la interacción entre lobos marinos y centros de cultivo de salmónidos.
3. Describir y analizar medidas de mitigación usadas hasta ahora, por la industria salmonera para disminuir el efecto de la interacción.
4. Estimar el impacto económico que tiene para la industria salmonera la interacción con las poblaciones de lobo marino común, en la X Región.
5. Identificar los impactos ambientales que se generan producto de la interacción y proponer recomendaciones que mitiguen estos impactos, junto con disminuir la pérdidas económicas.

## 4 Metodología

Para dar cuenta de los diferentes objetivos planteados se recabó información en centros de cultivo pertenecientes a empresas salmoneras de la X Región. La Tabla 3 resume la información obtenida de las empresas salmoneras y durante el desarrollo de la metodología se detalla como se usó esta información.

**Tabla 3. Información usada para evaluar la interacción entre lobos marinos y salmonicultura, obtenida de las empresas salmoneras de la X Región.**

Información entregada por empresas	Cantidad de centros	Información obtenida	Objetivo
Nº de peces muertos por ataques de lobo al año	79	Mortalidad de salmónidos por lobos marinos para la X Región	Objetivo 4
Nº de peces muertos y biomasa perdida mensual	37	Estacionalidad de los ataques Pérdida de biomasa por ataques y su costo	Objetivo 2 Objetivo 4
Porcentaje anual de salmónidos muertos debido a ataques de lobos marinos	32	Porcentaje de salmónidos muertos por ataque de lobos marinos para la X Región	Objetivo 4
Nº de peces muertos y tipo de balsa-jaula usada	32	Relación entre la mortalidad de salmónidos por lobos y el tipo de balsa-jaula usada	Objetivo 2
Nº peces muertos y ubicación del centro	34	Relación entre la mortalidad de salmónidos por lobos y las distancia a loberías reproductivas estivales	Objetivo 2
Nº de peces muertos y especie cultivada	25	Relación entre la mortalidad de salmónidos por lobos y la especie cultivada	Objetivo 2
Biomasa perdida por ataques de lobo y tamaño promedio de los salmónidos	2	Relación entre la mortalidad de salmónidos por lobos y el tamaño de los peces	Objetivo 2
Registro diario de: Nº peces en centro, Nº de peces muertos por lobos marinos, biomasa pérdida y peso promedio de los peces	2	Pérdida del margen de comercialización	Objetivo 4
Entrevistas en terreno	37	Explicada en metodología obj. 1, 2 y 3	Obj. 1,2,3
Encuestas	48	Explicada en metodología obj. 1, 2 y 3	Obj. 1,2,3

**4.1 Objetivo específico N° 1:** *Identificar la interacción de las poblaciones de lobo marino común con los centros de cultivo de salmónidos en la X Región y los efectos de ésta.*

Para caracterizar la interacción de los lobos marinos con los centros de cultivo en la X Región y determinar sus efectos se realizaron dos actividades: (1) recopilación de información bibliográfica y (2) visitas a centros de cultivo.

**1. Recopilación de información bibliográfica**

Se revisó la información publicada en Chile sobre la interacción entre lobos marinos y centros de salmonicultura, así como sobre sus efectos. También se revisaron publicaciones relacionadas con la interacción entre pinnípedos (lobos marinos y focas) y cultivos de salmónidos, en el resto del mundo.

La información obtenida se expone como antecedentes en la introducción y fue analizada junto con la que se obtuvo producto de la tesis.

**2. Visitas a centros de cultivos**

En las visitas a centros de cultivo se consideraron solo centros de engorda ya que según los antecedentes existentes, éstos son los atacados por el lobo marino.

Las visitas se realizaron durante el invierno del año 2004, se identificó cuales de las interacciones descritas en la literatura (ver Tabla 2) se presentan en la X Región y los efectos que tienen estas. Lo anterior, a través de la observación directa de la actividad en los centros de cultivo y de entrevistas al personal a cargo. En total se visitaron 37 centros en la X Región, en todos los cuales se aplicó la encuesta descrita más adelante.

**4.2 Objetivo específico N° 2:** *Determinar las características y las variables que influyen en la intensidad de los efectos producidos por la interacción, entre lobos marinos y centros de cultivo de salmónidos.*

Para determinar las características y variables asociadas a la magnitud de la interacción entre lobos marinos y centros de cultivo se realizaron cuatro actividades: (1) recopilación de información bibliográfica, (2) aplicación de encuestas y visitas a centros de cultivo, (3) análisis de estadísticas de mortalidad de salmónidos y (4) análisis de la información geográfica.

En la actividad 3 la información entregada por las empresas correspondió al año 2003. La mortalidad de peces por lobos marinos en los registros obtenidos de las empresas, fue usada como indicador de la intensidad o nivel que tiene la interacción entre lobos marinos y salmonicultura.

**1. Recopilación de información bibliográfica**

Se revisó la información publicada en Chile sobre las características y las variables asociadas a la magnitud de sus efectos.

De especial utilidad fueron los trabajos realizados por Sepúlveda (1998) y Sepúlveda & Oliva (*en prensa*) en los cuales se describen las características y el efecto de los ataques realizados por lobos marinos a centros de cultivo en la X.

La información obtenida se expone como antecedentes en la introducción y fue analizada junto con la que se obtuvo producto de la tesis.

**2.**

## **Aplicación de encuestas y visitas a centros de cultivos**

Tanto en la aplicación de encuestas como en las visitas a centros de cultivo se consideraron solo centros de engorda ya que según los antecedentes existentes éstos son los atacados por el lobo marino. Ambas actividades se realizaron durante el invierno del año 2004.

### **Visitas a centros de cultivos**

En las visitas a los centros de cultivo se evaluaron los aspectos operativos que influyen en la interacción como: la higiene del centro de cultivos como el manejo de las mortalidades de salmónidos o el manejo del alimento para salmónidos), la instalación, funcionamiento y mantención de los sistemas de protección. Lo anterior a través de la observación de la actividad en los centros y de entrevistas al personal a cargo.

En total se visitaron 37 centros en la X Región en todos los cuales se aplicó la encuesta descrita a continuación.

### **Aplicación de encuestas**

Aprovechando el apoyo del proyecto FIP N° 2003-32, sobre interacciones entre mamíferos marinos y actividades pesqueras, se aplicó una encuesta a distintos centros de la X Región (Anexo 1).

Estas encuestas permitieron describir y cuantificar la siguiente información.

- Características del centro: especie cultivada, características de las balsas-jaulas y producción anual.
- Intensidad de los ataques (explicada más abajo).

- Variables que influyen en los ataques: especie y tamaño de los peces atacados, hora y época del año de los ataques.
- Medidas de mitigación usadas y su eficacia.

La intensidad de la interacción fue evaluada de acuerdo a la siguiente escala (Oliva et al, 2004): (1) inexistente, (2) mínima, si el número de peces muertos fue menor al 5% de la mortalidad total y (3) seria, si el número de salmónidos muertos por ataques de lobos marinos fuera superior al 5% de la mortalidad total. Para efectos de este trabajo se entenderá la intensidad de la interacción entre salmonicultura y lobos marinos, como el nivel de las pérdidas de salmónidos por esta causa.

Las encuestas fueron aplicadas al encargado del centro de cultivo durante visitas a terreno o mediante correo electrónico, encuestándose un total de 48 centros pertenecientes a 9 empresas salmoneras integrantes de la asociación SalmonChile.

Los 48 centros corresponden al 23% de los centros de cultivo de la X Región, según información obtenida del software “Mapa de centros de cultivo industria salmonera” (INTESAL, 2004). Asimismo estos centros representaban, para el año 2003, el 54% de la producción a nivel de la X Región, basado en una producción de 322.819 t para el 2003 (Subpesca, 2004). A nivel nacional representaban el 36% considerando una producción de 490.000 t para el mismo año (Subpesca, 2004).

En la Figura 2 se muestra la posición de los centros encuestados así como las zonas de la X Región en que se encuentran. La distribución de los centros visitados se debe a (1) la facilidad de acceso y (2) la disposición a cooperar de las empresas salmoneras. Lo anterior justifica la mayor densidad de centros encuestados en las zonas del estuario y seno de Reloncaví.

Basado en la cantidad de centros totales de cada zona, obtenida a través del mencionado software, se tiene la siguiente información:

1. En el Seno de Reloncaví se encuestaron 20 centros, que representan un 52% del total de la zona.
2. En el estuario de de Reloncaví se encuestaron 9 centros, que representan un 30% del total de la zona.
3. En Chiloé Insular se encuestaron 16 centros que representan un 16% del total de la zona.
4. En Chiloé Continental se encuestaron 3 centros que, representan un 9% del total de la zona.

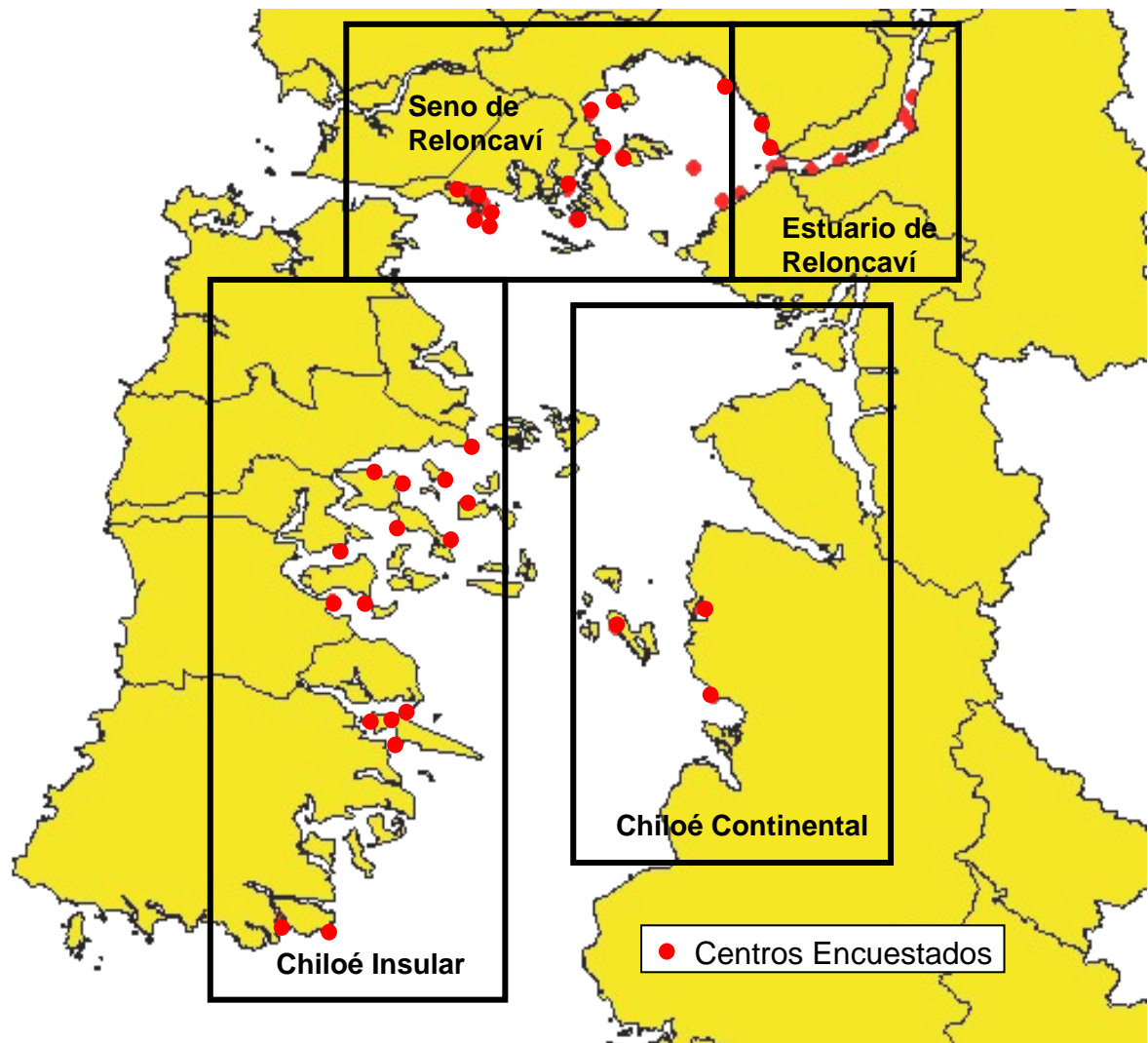


Figura 2: Posición geográfica de los 48 centros de cultivo de salmónidos encuestados en la X Región.

### **3. Análisis de estadísticas de mortalidad de salmónidos**

Se obtuvieron los registros de mortalidad de salmónidos por efectos del lobo marino común, pertenecientes al año 2003. Estos pertenecían a 79 centros de cultivo en la X Región y tenían diferente calidad de información, algunos de estos registros incluían el número y biomasa de peces muertos por los ataques, otros solo el número de peces muertos.

Se asume que los resultados obtenidos en los registros de mortalidad de salmónidos son representativos de todos los centros de cultivo de la X Región. Adicionalmente se tiene como supuesto que las tasas de mortalidad por lobos marinos son indicadoras del nivel de interacción, entre éstos y los centros de salmonicultura.

La información obtenida de las estadísticas permitió evaluar las siguientes variables:

#### *1. Epoca del año*

El análisis de la estacionalidad de los ataques se realizó con 37 centros de cultivo en los cuales se disponía de información mensual. Se analizó la variación de la mortalidad en peces por lobos marinos durante el año 2003.

#### *2. Tamaño de los peces*

La influencia del tamaño de los peces se evaluó basándose en la información de dos centros, al relacionar las mortalidades de peces y la biomasa que significaba, con el tamaño promedio de los peces en el centro de cultivo. Lo anterior se realizó con un análisis de regresión lineal mediante el programa Excel 2000 (Microsoft Corp).

### *3. Especie de salmónido cultivada*

El efecto de la especie cultivada en la intensidad de la interacción se analizó con 25 centros. Este análisis se realizó por comparación de las mortalidades de peces por lobos marinos, en centros que cultivan salmón del atlántico (21 centros) y truchas arcoiris (4 centros).

### *4. Distancia a las loberías reproductivas*

Se relaciono la distancia a las loberías reproductivas y la mortalidad por lobos en 30 centros de cultivo. Este análisis es explicado en detalle más adelante.

### *5. Tipo de balsa- jaula*

Con la información de 32 centros se evaluó la influencia del tipo de balsa-jaula en el nivel de interacción. Este análisis se realizó por comparación de las mortalidades de peces, debido a lobos marinos, en centros con balsas-jaulas rectangulares y circulares.

## **4. Análisis de la Información geográfica**

Mediante el uso de un Sistema de información Geográfica (SIG) generado para el proyecto FIP 2003-32 se obtuvo la distancia a la lobería reproductiva más cercana de 34 centros de cultivo en la X Región.

La información anterior se relacionó con la cantidad de peces muertos por ataques de lobos mediante análisis de regresión lineal, realizada con el programa Excel 2000 (Microsoft Corp.). Este procedimiento se realizó considerando la mortalidad de peces anual, por una parte y por otra, la mortalidad estival de éstos.

En la medición de las distancias entre los centros y la lobería reproductiva más cercana se consideraron sitios habitados por lobos en el verano. La distancia se midió siguiendo la trayectoria más corta que recorriera siempre por mar. Es decir, en el caso de haber una isla o puntilla se rodeaba a fin de simular el camino que teóricamente recorrería un lobo marino. La Figura 3 muestra la posición geográfica de los centros de cultivo y las loberías reproductivas usadas para este cálculo.



Figura 3. Posición geográfica de los centros de cultivo de salmónidos y loberías reproductivas, ubicados en la X Región, usados para estimar la relación entre mortalidad de salmónidos y la distancia a la lobería más cercana, durante el año 2003.

La distribución de los centros considerados se debe a la facilidad de acceso a la información.

Se debe considerar que estas loberías reproductivas o parideros son habitadas, por lo lobos marinos, principalmente en verano. La ubicación de estas se conoce a debido a que han sido consideradas en los censos poblacionales, por acumular la mayor cantidad de individuos dentro del año.

El detalle de la metodología usada en la creación del sistema de información geográfico, por el equipo de trabajo del proyecto FIP 2003-32 se describe a continuación (Oliva *et al*, 2004):

### **Construcción de un sistema de información geográfica (SIG)**

En la creación del SIG, para analizar la interacción de los mamíferos marinos con la pesca artesanal y la acuicultura, se realizaron las siguientes actividades:

1. Utilización del Software ArcView 3.2. En la elaboración del SIG, se utilizó la herramienta informática ArcView 3.2 de ESRI, y la cartografía digital IGM escala 1:250.000 de las regiones de Chile.

2. Creación de los temas ArcView 3.2. Para la creación de los temas en ArcView que influyen y conducen al objetivo planteado para el sistema se recopiló antecedentes, en forma de bases de datos, sobre localización geográfica y otros atributos de los siguientes temas:

a) Loberías: en este tema se integró la posición geográfica, población total de lobos marinos existentes en ellas, clasificación por edad y sexo y condición reproductiva. La información se obtuvo de las bases de datos de los proyectos FIP 95-28, 96-51, 97-44 y 2000-22 sobre censos poblacionales tanto del lobo marino común como del lobo fino austral.

b) Concesiones de Acuicultura: este tema contiene bases de datos geográficas de las concesiones de acuicultura visitadas de la X y región, para establecer las áreas que comprenden éstas concesiones, además se integró como atributos: intensidad de mortalidad de peces, estación del año y horario en que producen los ataques y talla de peces afectados.

**4.3 Objetivo específico N° 3:** *Describir y analizar las medidas de mitigación usadas hasta ahora, por la industria salmonera para disminuir el efecto de la interacción.*

Las medidas de mitigación se entenderán como las acciones que se realizan para disminuir el efecto de la interacción, entre centros de cultivo y lobos marinos. Estas contemplan: (1) el uso de sistemas de protección, como las redes o aparatos sonoros y (2) las medidas de gestión tendientes a la disminución de los efectos de la interacción.

Al ser las redes loberas prácticamente la única medida actualmente usada, éstas fueron analizadas en detalle. Sin perjuicio de lo anterior se consultó por el uso de otras medidas de mitigación en las encuestas y durante las visitas.

Para describir y analizar las medidas de mitigación se realizaron tres actividades: (1) aplicación de encuestas, (2) visitas a centros de cultivo, y (3) solicitud de información a empresas de servicios a la acuicultura. En la aplicación de encuestas y visitas a centros de cultivo se consideraron solo centros de engorda ya que según los antecedentes existentes éstos son los atacados por el lobo marino, dejándose fuera los centros de reproductores y de smoltificación.

**1. Aplicación de encuestas**

Como se mencionó anteriormente, la encuesta realizada (Anexo 1) solicita información sobre el uso de medidas de mitigación. A partir de la información obtenida de los encargados de centro se pudo saber cuales son los sistemas de protección que se usan en la actualidad así como algunas de sus características de confección y diseño.

Con la información obtenida de estas encuestas también se analizó la eficacia de los sistemas de protección. La eficacia fue evaluada en las siguientes categorías (Oliva *et al*, 2004): (1) ineficaz, si el uso de la medida no ha sido capaz de reducir la mortalidad de salmónidos por ataques de lobos marinos, (2) medianamente eficaz, cuando la mortalidad de peces se redujo en menos del 50% con el uso de la medida, y (3) eficaz, cuando la mortalidad cesó o se redujo en forma significativa (más del 50%).

## **2. Visitas a centros de cultivo**

Durante las visitas a los centros de cultivos de diferentes empresas salmoneras en la X Región, se pudo comprobar en terreno el tipo de medidas de mitigación para los efectos de la interacción, que se usan en la actualidad.

Asimismo, los posibles daños a la población de lobos marinos fueron evaluados mediante entrevistas al personal de los centros visitados. Se preguntó sobre la muerte u otros daños que pudiesen estar ocurriendo a los lobos marinos debido al uso de las medidas de mitigación.

## **3. Solicitud de información a empresas de servicios a la acuicultura**

Al ser las redes prácticamente la única medida de mitigación contra los ataques de lobos que se encontró en uso en los centros encuestados y visitados, se solicitó a empresas que las instalan y mantienen, información sobre el diseño y operación de las redes con objeto de poder tener una descripción más detallada.

**4.4 Objetivo específico N° 4:** *Estimar el impacto económico que tiene para la industria salmonera la interacción con las poblaciones de lobo marino común, en la X Región.*

**4.4.1 Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura**

Para la estimación del impacto económico que tiene para la industria salmonera, la interacción entre centros de cultivo y las poblaciones de lobos marinos, se consideraron los siguientes aspectos: (1) pérdidas por daño o muerte de los salmónidos, (2) inversión en sistemas de protección y (3) mantención de los sistemas de protección. El costo asociado a seguros que no fue considerado, pues éstos son contratados por las empresas para pérdidas globales de salmónidos y no para pérdidas específicas por lobos marinos.

La información de las estadísticas de mortalidad que permitieron el cálculo del impacto económico, contienen datos del año 2003 por lo que los costos fueron calculados para ese año.

1. Pérdidas por daño o muerte de los salmónidos

Para la estimación de los costos por daño o muerte de los peces se consiguió información sobre 37 centros de la X Región, para los cuales se conocía la mortalidad mensual producida por lobos y su biomasa. Como supuesto se consideró que estos centros eran representativos de la industria salmonicultora de la X Región.

Cabe señalar que los registros consideran como mortalidad un pez muerto o dañado por los lobos ya que estos últimos son retirados de los cultivos.

Las pérdidas por daño o muerte de los salmónidos se consideraron como el valor de la inversión en los salmones hasta su muerte más el margen de comercialización.

#### *Pérdida de la inversión al momento de la muerte de los peces*

Sobre la base de la información de los 37 centros se obtuvo una estimación de la cantidad de peces que éstos perdían y la biomasa que significaba.

Para el cálculo del impacto económico se consideró la biomasa que perdían estos centros y un costo de producción promedio de 1,6 US \$ por Kg. de salmón. Esta cifra se obtuvo a través de entrevistas con empresarios salmoneros, y representantes del gremio salmonicultor. Este valor se relacionó luego con la producción de los 37 centros en el año 2003. Obteniendo así la pérdida debido a lobos marinos, en US \$/t producida.

#### *Pérdida del margen de comercialización*

Se estimó la pérdida del margen de comercialización que se obtendría al final del ciclo, por la venta de los peces. Esto se calculó basándose en dos centros de los cuales se pudo obtener el registro de la mortalidad de salmónidos por lobos marinos, el peso promedio de los peces y la cantidad total de peces en el centro por cada día del año 2003.

Se consideró el margen de comercialización como el dinero que generaría la venta de los peces que murieron por ataques de lobos, menos el costo que tendría hacerlos crecer hasta su peso final.

En primer lugar se calculó la cantidad de salmones atacados por lobos que llegarían a cosecha basándose en la probabilidad de sobrevivencia. De esta forma se obtiene la biomasa que se deja de comercializar. Para el cálculo se

considera un margen de 2,6 US \$/Kg como la ganancia por la venta de los peces (precio de venta menos costo de producción).

El costo de llevar los peces hasta su peso de cosecha se calculó con un valor de producción de 1,6 US \$/Kg. Este costo de crianza no debe considerarse para el periodo entre el momento de muerte de los peces y su cosecha.

Para este cálculo se asume que (1) Los peces se cosechan con un peso equivalente al último registro, (2) la sobrevivencia de los salmónidos en un mes dado es el cociente entre la cantidad de peces en el centro antes de la cosecha y número de peces en ese mes. Para la estimación del margen de comercialización se utilizó un valor promedio por Kg. para salmónidos, ya que éste varía según el producto (salmón fresco, trucha fresca, salmón ahumado o salmón salado). Este promedio se obtuvo de SalmonChile (2004a).

## 2. Inversión en sistemas de protección

Para el cálculo de la inversión en sistemas de protección se consideraron los costos asociados a redes loberas ya que es prácticamente el único sistema utilizado en la actualidad.

La inversión en redes loberas se refiere a la compra de nuevas redes luego de que estas cumplen su vida útil.

Se consideró la inversión con y sin pintura antifouling ya que el uso de ésta aumenta la vida útil de las redes. El antifouling, pintura antifouling o pintura anti-incrustante es un recubrimiento que se aplica a las redes para disminuir la adhesión de algas moluscos y otros organismos (fouling) a las redes mientras están en el mar.

Se obtuvo información de empresas que entregan servicios de instalación y mantenimiento de redes, éstas entregaron presupuestos específicos de empresas salmoneras además de un presupuesto teórico. Los presupuestos consideran la cantidad de centros, la superficie de redes loberas y la producción anual de salmónidos. Se consideró como supuesto que esta información es representativa de la realidad regional de la salmonicultura.

Adicionalmente, se cotizó el precio por m<sup>2</sup> de redes loberas y considerando el área de los centros, se pudo estimar un promedio de la inversión en redes nuevas por centro. Esta información se relacionó con la producción de los centros de cultivo.

### 3. Costos por mantenimiento de los sistemas de protección

Para el cálculo del costo por mantenimiento de los sistemas de protección se consideraron solo los costos asociados a redes loberas. Estas son prácticamente el único sistema utilizado en la actualidad. Los cálculos se realizaron basándose en seis presupuestos obtenidos de empresas de servicios a la acuicultura.

La mantención de las redes loberas consiste en el retiro (ver Figura 4), limpieza, reparación, impregnación con antifouling cuando corresponda y re-instalación. Todo lo anterior fue considerado en el cálculo del costo por mantención de redes, teniendo en cuenta que el uso de antifouling aumenta el tiempo de permanencia de las redes en el mar.

A partir de los presupuestos entregados se obtuvo el costo que tiene la mantención de redes loberas y éste se relacionó con la producción de salmónidos.



**Figura 4. Faena de recambio de redes loberas en un centro de cultivo de salmónidos de la X Región.**

#### **4.4.2 Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura para la X Región**

Para obtener una estimación del impacto económico de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura a escala regional, se extrapolaron los resultados obtenidos a la producción regional de salmónidos para el año 2003. Esto contemplando los tres aspectos anteriores: (1) pérdidas por daño o muerte de los salmónidos, (2) inversión en sistemas de protección y (3) costos por mantención de los sistemas de protección. Este cálculo se realizó considerando los índices de gastos y pérdidas por t producida, que fueron calculados. Los resultados obtenidos por este método se entregaran clasificados como **2003A**.

Además se estimó: la cantidad de peces muertos por centro y el porcentaje promedio de mortalidad de peces por lobos marinos, para la Región.

### Peces muertos por centro

Basándose en 79 centros se calculó la cantidad de peces muertos por centro debido a los lobos marinos, este valor se relacionó con la producción de estos centros, también se extrapoloó este valor para toda la Región considerando la producción total de salmónidos que tuvo ésta para el año 2003.

### Porcentaje de mortalidad de salmónidos por lobos marinos

Basándose en 32 centros para los que existía la información necesaria, se calculó el porcentaje de mortalidad de salmónidos, debido a la interacción con los lobos marinos.

#### **4.4.3 Comparación con resultados de estudios anteriores**

El Consejo Zonal de Pesca de la IV Zona, realizó una evaluación del impacto económico que tuvo la interacción del lobo marino común con la salmonicultura para 1997, en la X y XI regiones (Sernapesca, 1998b). Siguiendo la misma metodología se calcularon las pérdidas para el año 2003, basándose en las estadísticas de mortalidad de salmónidos pertenecientes a 37 centros. En estos se conocía la biomasa perdida de salmónidos debido a la interacción con lobos marinos, dichos centros tenían una producción de 40.608 t. Lo anterior, permite comparar los resultados con los obtenidos en 1997.

La metodología considera como la pérdida total por mortalidad el valor de venta que tendrían los peces muertos. Calculando este valor como el producto de la biomasa perdida por el valor de venta promedio (considerado en este estudio como 4 US \$/Kg de salmón). Este valor considera la inversión perdida en la crianza a la fecha de la muerte y asume que lo que faltase por cultivar, a la fecha de cosecha, compensa los gastos de seguros (Sernapesca, 1998b). Los resultados obtenidos por este método se entregaran clasificados como **2003B**.

### Cálculo de la cantidad de peces muertos

Además, se estimó la cantidad de peces muertos durante el año 2003 en la X Región, extrapolando a partir de la cantidad de centros que existen. Esto se debe a que el número de centros fue el parámetro usado por Sernapesca (1998b) y no la producción regional total.

Para el cálculo del impacto económico y las comparaciones con resultados de estudios anteriores se consideraron los siguientes valores:

- Dólar promedio para el año 2003: \$ 691 ( Banco Central, 2004).
- Costo de producción: US \$ 1,4 –1,6/Kg de salmón.
- Precio promedio de venta de salmón: US \$ 4/Kg (SalmonChile, 2004a).
- Producción de salmónidos de la X Región en el año 2003: 322.819 t (Subpesca, 2004).
- Producción de salmónidos nacional en el año 2003: 490.000 t (Subpesca, 2004).
- Producción de salmónidos de la X Región en el año 1997: 217.130 t (Sernapesca, 1998a).

**4.5 Objetivo específico N° 5:** *Identificar los impactos ambientales que se generan producto de la interacción y proponer recomendaciones que mitiguen estos impactos, junto con disminuir las pérdidas económicas.*

Estas recomendaciones tienen por propósito mejorar el control de los efectos que tiene la interacción y minimizar el impacto ambiental producto de la interacción o del uso de sistemas protección para los efectos de ésta.

Para cumplir con este objetivo se llevaron a cabo tres actividades: (1) recopilación de información bibliográfica, (2) identificación de los impactos ambientales y (3) elaboración de las recomendaciones.

**1. Recopilación de información bibliográfica**

Se revisaron las recomendaciones hechas, por diferentes autores, para el manejo de la interacción entre pinnípedos y salmonicultura para Chile y el mundo. Se revisó la legislación nacional y el Acuerdo de Producción Limpia (APL) del sector productor de salmón y trucha chileno. Además se consideró la legislación de British Columbia en Canadá.

La información obtenida se expone como antecedentes en la introducción y fue analizada junto con la que se obtuvo producto de esta tesis.

**2. Identificación de los impactos ambientales**

Para la identificación de los impactos ambientales que se pueden generar por la interacción entre lobos marinos y salmonicultura se consideraron: todos los resultados obtenidos, las observaciones de terreno, las entrevistas al personal de las empresas salmoneras y a las empresas de servicios para la instalación de las redes.

Luego se listaron los impactos ambientales que podrían generarse como consecuencia de: la interacción en si, el uso de sistemas de protección para sus efectos (redes) o de la mantención de éstos.

Todo lo anterior, con objeto de lograr recomendaciones que ayuden a mitigar los impactos ambientales asociados a la interacción entre salmonicultura y lobos marinos, junto con disminuir las pérdidas económicas por mortalidad de salmónidos.

Para la calificación de los impactos ambientales se usó la metodología descrita por Canter (2000). Respecto a los impactos ambientales se consideró:

- **Carácter del impacto (Ca)**

Califica si la acción es benéfica o perjudicial para el medio afectado, define el impacto como: positivo o negativo, cuantificando como +1 o -1 respectivamente.

- **Riesgo de ocurrencia (Ro)**

Califica la probabilidad de que el impacto ocurra, define el impacto como: cierto, muy probable, probable o poco probable y lo cuantifica entre 1 y 10.

- **Intensidad (I)**

Expresa el grado de intervención del componente afectado como: muy alta, alta, mediana o baja y la cuantifica de 0,1 a 1.

- **Extensión (E)**

Define el área espacial afectada por el impacto como: amplia, media o puntual y la cuantifica de 0,1 a 1.

- Duración (Du)

Califica el tiempo durante el cual las repercusiones del impacto serán sentidas, con la siguiente escala: permanente (diez o más años), larga (entre cinco y diez años), media (entre uno y cinco años) o corta (menos de un año) y lo cuantifica de 0,1 a 1.

Finalmente la calificación ambiental del impacto (CAI) se calcula con la siguiente formula:

$$CAI = Ca \cdot Ro (I+E+Du)/3$$

Los impactos ambientales son calificados según los siguientes rangos de valoración de la CAI:

0	a	10	Positivo
- 0,1	a	-3,9	Negativo bajo
- 4	a	-7,9	Negativo medio
-8	a	- 10	Negativo alto

### **3. Elaboración de las recomendaciones**

Basado en los resultados de las dos actividades anteriores así como en los resultados obtenidos en el resto de los objetivos, se realizaron las recomendaciones considerando la opinión de salmoneros, empresas de servicios en redes y la legislación nacional.

Las recomendaciones que se proponen cubren dos aspectos para mitigar los impactos ambientales identificados y disminuir las pérdidas económicas producto

de la interacción, éstos son: (1) medidas de gestión y (2) sistemas de protección para el efecto de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura.

1) Medidas de Gestión

Tienen por objeto dar un lineamiento en las prácticas de manejo que permitan mitigar el impacto ambiental y aminorar el efecto del lobo marino sobre la actividad salmonicultora.

2) Sistemas de protección para el efecto de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura

Tienen por objeto entregar lineamientos en el uso sistemas protección que permitan disminuir el efecto de los ataques de lobos marinos con un mínimo impacto ambiental.

## 5 Resultados

### 5.1 Identificación de las interacciones entre lobos marinos y la salmonicultura y sus efectos

#### 5.1.1 Identificación de las interacciones entre lobos marinos y salmonicultura

A través de las observaciones directas realizadas en las visitas y de las entrevistas al personal de los centros de cultivo se pudieron identificar siete tipos de interacciones, los cuales se presentan en la Tabla 4 y se describen a continuación.

**Tabla 4. Tipos de interacción entre lobos marinos y centros de cultivo junto a sus efectos, encontrados para la industria salmonera de la X Región.**

Tipo de interacción	Efectos o Consecuencias
<b>Proximidad de lobos marinos a las balsas-jaulas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la susceptibilidad a enfermedades en salmónidos por stress.</li> <li>- Disminución de la tasa de alimentación de los peces por stress</li> </ul>
<b>Mordeduras de peces a través de la red lobera y pecera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortalidad de salmónidos</li> <li>- Reducción o pérdida del valor comercial de los peces</li> <li>- Aumento del esfuerzo de buceo por remoción de peces muertos</li> <li>- Aumento de la susceptibilidad a enfermedades en los peces por stress</li> <li>- Disminución de la tasa de alimentación de los peces por stress</li> <li>- Daños a redes loberas</li> </ul>
<b>Ingreso de lobos marinos a las balsas-jaulas para alimentarse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortalidad de salmónidos</li> <li>- Reducción o pérdida del valor comercial de los peces</li> <li>- Aumento del esfuerzo de buceo por remoción de peces muertos</li> <li>- Aumento de la susceptibilidad a enfermedades en los peces por stress.</li> <li>- Disminución de la tasa de alimentación de los peces por stress</li> <li>- Aumento del riesgo para el personal de los centros</li> </ul>

Tabla 4, continuación

<p><b>Lobos marinos atrapados dentro de las balsas-jaulas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la susceptibilidad a enfermedades en los peces por stress.</li> <li>- Disminución de la tasa de alimentación de los peces por stress</li> <li>- Aumento del riesgo para el personal de los centros</li> <li>- Daño a redes</li> </ul>
<p><b>Daños a las redes u otras instalaciones del centro</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento del esfuerzo de buceo para la mantención de redes</li> <li>- Escape de peces</li> <li>- Aumento de los costos de reparación</li> </ul>
<p><b>Atracción de lobos marinos por aumento de la fauna acompañante</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la atracción de los lobos marinos hacia los centros de cultivo</li> <li>- Aumento de la interacción</li> </ul>
<p><b>Ataque de lobos marinos a balsas para el acopio de mortalidades de salmónidos.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la atracción de los lobos marinos hacia los centros de cultivo</li> </ul>

Antes de describir las interacciones y efectos encontrados cabe destacar que no se detectó la muerte o enmallamiento de los lobos marinos. Según el personal de los centros, esto se debe a: (1) uso de redes loberas con una apertura de malla menor que en el pasado (característica que es analizada posteriormente) y (2) el abandono de las prácticas de remoción letal de lobos marinos.

### *1. Proximidad de lobos marinos a las balsas-jaulas*

De las entrevistas se desprende que el personal, de los centros de cultivo, afirma que los lobos marinos están continuamente buscando como acceder a los peces de cultivo para alimentarse. Esto se pudo observar directamente en las visitas a los centros de cultivo en las que se avistaron grupos de lobos marinos cerca de los centros de cultivo.

## 2. Mordeduras de peces a través de la red lobera y pecera

Se encontró que lobos marinos empujan las redes para alcanzar los salmónidos y alimentarse de éstos. El procedimiento de ataque de los lobos marinos es descrito en los resultados del objetivo 2.

Este tipo de interacción se comprobó por observaciones directas en las visitas a terreno. En los centros de cultivo se pudo observar la remoción de peces con marcas de haber sido atacados por los lobos marinos (ver Figura 5). Además en las entrevistas el personal afirmó que este es el tipo de interacción más común, junto con la presencia de lobos marinos en los alrededores de los centros de cultivo.



**Figura 5. Trucha arcoiris muerta producto de las mordeduras de lobo marino a través de las redes (estuario de Reloncaví, X Región).**

### *3. Ingreso de lobos marinos a las balsas-jaulas para alimentarse*

Además de alimentarse de los salmónidos a través de las redes, se detectó que los lobos pueden ingresar al interior de las balsas-jaulas. Según afirman los entrevistados esto puede ocurrir debido a que los lobos marinos saltan sobre el pasillo de las balsas-jaulas o entran a través de una abertura en las redes.

Esta interacción se conoció únicamente a través de la opinión de los operarios de los centros de cultivo, éstos afirman que ocurre con poca frecuencia

### *4. Lobos marinos atrapados dentro de las balsas-jaulas*

Según la opinión de los encuestados una vez de que los lobos ingresan a una balsa-jaula y se alimentan de los peces de cultivo, en muchos casos no pueden salir. En estos casos el personal de los centros debe abrir parte de las redes para que los lobos puedan abandonar las balsas-jaulas.

Lo anterior se conoció únicamente a través de las entrevistas al personal de los centros, quienes mencionan que esto ocurre cada vez que el lobo marino logra entrar a las balsas-jaulas.

### *5. Daños a las redes u otras instalaciones del centro*

De las entrevistas se desprende que los lobos empujan las redes sumergidas y perimetrales (descritas en los resultados del objetivo 3) para acceder a los peces de cultivo. El daño que pueden sufrir las redes no se pudo comprobar durante las visitas a terreno, sin embargo el personal de los centros de cultivo comentó que es algo que ocurre solo cuando las redes llevan un período prolongado en uso o están mal mantenidas.

## 6. *Aumento de la fauna acompañante*

Este tipo de interacción se refiere al aumento de los peces autóctonos que se acercan a las balsas-jaulas para obtener el alimento de los salmónidos. Esta fauna autóctona a la vez atrae a los lobos marinos hacia los centros de cultivos.

La atracción de los lobos marinos por la fauna acompañante no se pudo comprobar directamente, pero se puede suponer debido a la observación directa de Róbalos (*Centropomus spp*) y Pejerreyes (*Elagatis bipinnula*) en las balsas-jaulas, durante una de las visitas. El personal de los centros comentó que éstos quedan atrapados dentro de la red pecera durante los recambios.

## 7. *Ataque de lobos marinos a balsas para el acopio de mortalidades de salmónidos*

Se encontró que junto con atacar las balsas que contienen los peces de cultivo, los lobos marinos buscan alimentarse de las balsas en que se acumulan los salmónidos muertos por diferentes causas (ver Figura 6). Esto se pudo comprobar por observación directa en las visitas, además de la opinión de los entrevistados que afirman que los lobos marinos atacan estas balsas frecuentemente cuando no tienen protección.



**Figura 6: Balsa en que se acumula la mortalidad de salmónidos en los centros de cultivo (Estuario de Reloncaví, X Región).**

### **5.1.2 Efectos de las interacciones**

De la recopilación bibliográfica se tiene que la interacción, entre lobos marinos y salmonicultura, tiene efectos directos y efectos indirectos. A continuación se describe lo encontrado respecto a cada uno de éstos.

#### **Efectos directos**

Los efectos directos son aquellos que ocurren como consecuencia inmediata de la interacción entre los lobos marinos y los centros de cultivo de salmónidos. Para la X región se encontraron los siguientes efectos directos:

1. Mortalidad de salmónidos
2. Reducción o pérdida del valor comercial de los peces
3. Aumento del esfuerzo de buceo por remoción de peces
4. Aumento del riesgo para el personal
5. Aumento del esfuerzo de buceo para la mantención de redes
6. Aumento de los costos de reparación
7. Aumento de la atracción de los lobos marinos hacia los centros de cultivo

La mortalidad de salmónidos, fue encontrada en todos los centros visitados y encuestados. Esta se debe al ataque de los lobos marinos ya sea que se alimenten de los peces a través de las redes o al ingresar a las balsas-jaulas.

También se halló la reducción o pérdida del valor comercial de los peces debido a que una vez que los peces son atacados no se pueden vender para su consumo debido a las heridas.

El aumento del esfuerzo de buceo en remoción de peces muertos se pudo observar durante las faenas diarias en los centros. Como generalmente los peces son atacados a través de las redes, los lobos marinos solo consumen las vísceras o trozos de éstos por lo que quedan restos de los peces dentro de las balsas-jaulas. Estos restos deben ser removidos por buzos que además recogen los salmónidos muertos por otras causas.

El aumento del riesgo para el personal se conoció mediante la opinión del mismo. De las entrevistas se desprende que cuando un lobo marino queda encerrado en las balsas-jaulas, el personal del centro de cultivo debe abrir parte de las redes para que éste pueda salir. Lo anterior implica un riesgo debido a la proximidad entre los funcionarios y el lobo marino, que podría atacarlos.

En terreno se observó que las redes peceras y loberas son revisadas periódicamente en busca de daños. El empuje que realizan los lobos marinos de éstas aumenta la posibilidad de que se dañen, por lo que existe un aumento del esfuerzo de buceo para la mantención de redes.

Los entrevistados afirman que debido a que los lobos marinos empujan las redes (pecera y lobera) deben ser reparadas más seguido. Esto implica un aumento de los costos de reparación por el uso de materiales y personal adicional.

Los centros de cultivo son una gran fuente de alimento, razón por la cual ocurren las distintas interacciones mencionadas anteriormente. Adicionalmente, algunas situaciones aumentan la atracción de los lobos hacia los centros en cuanto aumentan la cantidad de alimento disponible para éstos. Esta atracción se puede deber a escapes de salmónidos, caída de desperdicios desde las balsas en que se acumula la mortalidad de salmónidos o la fauna íctica autóctona que se acerca en busca de alimento a los centros de cultivo, la que a su vez es alimento para el

lobo marino común. Esta atracción no pudo ser medida pero se puede suponer como consecuencia de las interacciones descritas.

### Efectos indirectos

Los efectos indirectos como la disminución de la tasa de alimentación de los peces y el aumento de la susceptibilidad a contraer enfermedades son consecuencia del stress en los peces. La cuantificación del stress es muy compleja, por lo que los efectos indirectos solo se pueden suponer como consecuencia de los tipos de interacciones descritos.

Respecto a la disminución de la tasa de alimentación por stress, no sería suficiente comparar ésta con las mortalidades de peces por lobos marinos de cada día para cuantificarlas. Lo anterior debido a que hay muchos factores que podrían influir en la alimentación de los salmónidos como: enfermedades, temperatura, cambios de balsas-jaulas, cambios de redes loberas o peceras.

## **5.2 Características y variables que influyen en la intensidad de los efectos producidos por la interacción entre lobos marinos y salmonicultura**

A partir de la información de las encuestas se logró obtener: (1) las características de los centros de cultivo y (2) las características de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura.

### **5.2.1 Características de los centros de cultivo**

De los 48 centros de cultivo encuestados 42 cultivan salmón del atlántico o salar (88%), 5 cultivan trucha arcoiris (10%) y el centro restante cultiva tres especies de salmónidos: salmón del pacífico, salmón del atlántico y trucha arcoiris.

La producción total de salmónidos en los 48 centros de cultivo, durante el año 2003, fue de aproximadamente 173.500 t. Considerando que la producción total de la X Región fue de 322.819 t para el 2003 (Subpesca, 2004), los centros encuestados representaban el 54% de la producción a nivel regional, a nivel nacional representaban el 36%, considerando una producción de 490.000 t para el mismo año (Subpesca, 2004).

Se encontró que el 69% de los centros encuestados usan basas-jaulas cuadradas, el 28 % utilizan balsas circulares y el 3% utilizan ambos tipos de balsas-jaulas. En promedio, los centros tenían 24 balsas-jaulas cada uno, con un rango de 8 a 36.

En las visitas se observó que las balsas cuadradas se instalan formando módulos o trenes (Figura 7) de dos jaulas de ancho y un largo variable entre 7 y 16 balsas. Las balsas circulares, a diferencia de las anteriores, son instaladas de forma individual (Figura 8).



**Figura 7. Módulos de balsas-jaulas cuadradas en el estuario de Reloncaví, X Región.**



**Figura 8. Módulos de balsas-jaulas circulares en la X Región.**

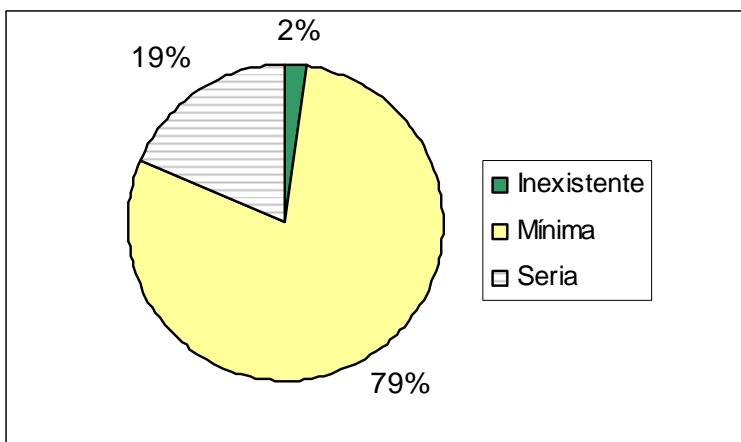
### 5.2.2 Características de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura

A continuación se describe lo encontrado respecto a la intensidad de la interacción y el comportamiento de los lobos marinos durante los ataques. Otras características de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura son analizadas en las variables que influyen en ésta (pto 5.2.3).

#### Intensidad de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura

Como se mencionó en la metodología, la intensidad de la interacción se midió a través de la apreciación de los encargados de centro, como la cantidad de peces que mueren por los lobos marinos, dentro del total de la mortalidad de salmónidos.

De los resultados de la encuesta se tiene que sólo uno de los 48 centros afirma no tener mortalidades de peces por ataques de lobos marinos. Mientras que en 38 centros la interacción es considerada mínima, en los centros restantes se considera la pérdida como seria, debido a que la interacción con los lobos marinos causa el 5% o más de las mortalidades de salmónidos.



**Figura 9. Intensidad de la interacción entre lobos marinos en 48 centros de cultivo de la X Región.**

En la Figura 9 se aprecia que en cerca del 80% de los centros encuestados las pérdidas de salmónes por lobos marinos, y por tanto la interacción con estos, es considerada mínima. En el 20% restante la intensidad es considerada seria en cuanto los lobos marinos dan cuenta del 5% o más de la mortalidad total de salmónidos.

El análisis de la intensidad que tiene la interacción por medio de estadísticas de mortalidad se encuentra en los resultados del objetivo 4.

#### Comportamiento de los lobos marinos durante el ataque

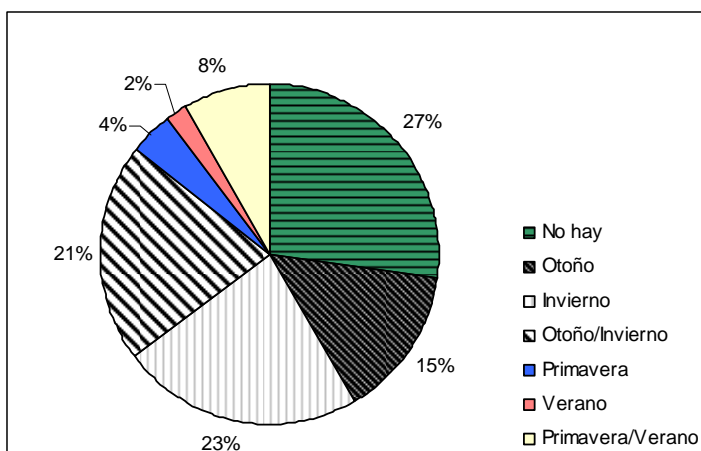
Se halló que los lobos marinos atacan en grupos pequeños, empujan desde el fondo de las jaulas para juntar la red pecera con la lobera y acceden a los peces, comiendo sus vísceras. Adicionalmente, en un número menor de ocasiones, los lobos sobrepasan las redes perimetrales e ingresan a través de los pasillos a las balsas-jaulas o ingresan por aberturas en las redes, estos últimos dos casos ocurren solo cuando las redes no han sido bien mantenidas.

### 5.2.3 Variables que influyen en la intensidad de los efectos producidos por la interacción entre lobos marinos y salmonicultura

#### Resultados encontrados a partir de las encuestas

##### 1. *Epoca del año*

Se preguntó a los jefes o encargados de centro si existía una época del año en que los lobos atacan con mayor frecuencia los centros de cultivo. Los resultados encontrados se muestran en la siguiente figura.



**Figura 10. Estacionalidad en los ataques del lobo marino común en 48 centros de cultivo de salmónidos en la X Región de Chile.**

En la Figura 10 se observa que el 59% de los encuestados afirman que los ataques ocurren con mayor frecuencia en los meses de otoño e invierno. Un 27 % asegura que la frecuencia de los ataques no depende de la época del año y un 10% afirma que los ataques son más frecuentes en verano o primavera.

## *2. Tamaño de los peces*

Respecto al tamaño de los peces que los lobos atacan con más frecuencia, todos los entrevistados respondieron que son aquellos de mayor tamaño. Se preguntó a partir de que tamaño de los peces los lobos comenzaban a atacar las balsas-jaulas, el promedio de estos valores fue cercano a 1,4 Kg es decir, que bajo este tamaño las posibilidades de que los peces sean atacados son menores. Sin perjuicio de lo anterior el personal comentó que pueden ocurrir ataques a peces con un peso a partir de 0,5 Kg.

## *3. Especie de salmónido cultivada*

De los 48 centros encuestados sólo uno cultivaba más de una especie de salmónidos, el entrevistado afirma que de las tres especies que se cultivan (salmón del atlántico, salmón del pacifico y trucha arcoiris) los lobos prefieren atacar a las truchas arcoiris.

## *4. Período diurno / nocturno*

Respecto al momento del día en que los lobos marinos atacan con mayor frecuencia, el 90% de los entrevistados respondieron que esto ocurre durante la noche u horas de penumbra. El resto afirma que la hora del día no influye en la cantidad de ataques que sufren. Según los encuestados, la mayor frecuencia de los ataques nocturnos se debería a que durante la noche la cantidad de personal y el movimiento en las balsas es mucho menor.

## Resultados obtenidos a partir de los registros de mortalidad de salmónidos y del sistema de información geográfica

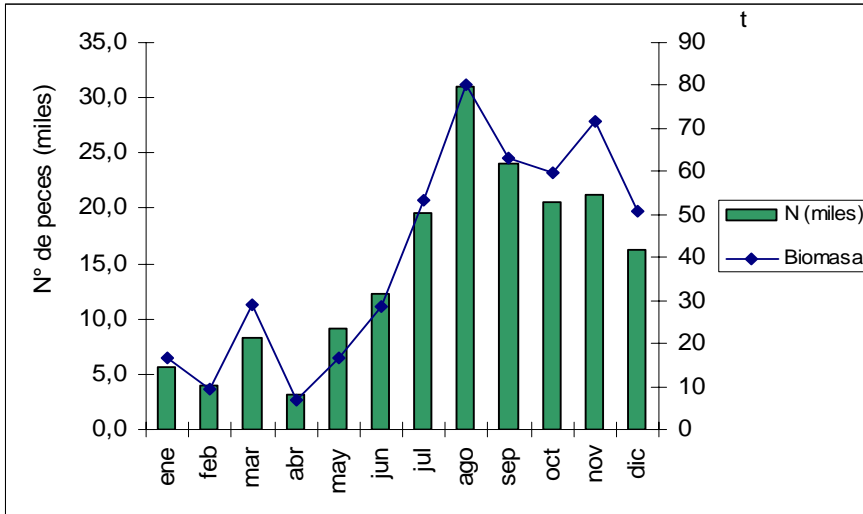
Para conocer las variables que afectan la intensidad de la interacción se midió ésta a través de las pérdidas de salmónidos por lobos marinos. Esto se relacionó con: (1) la época del año, (2) el tamaño de los peces, (3) la especie de salmónido cultivada, (4) la distancia obtenida a través del sistema de información geográfico y (5) el tipo de balsa-jaula usada.

### *1. Época del año*

La influencia de la época del año en la cantidad de salmónidos muertos por la interacción con lobos marinos, se analizó considerando los registros de mortalidad pertenecientes a 37 centros de cultivo de la X Región. Para estos, se conocía la mortalidad mensual de peces para el año 2003 y la biomasa que esto significaba.

En la Figura 11 se muestra la mortalidad mensual de salmónidos de los 37 centros en conjunto, expresada en el número de peces y la biomasa. Ambos parámetros siguen un comportamiento similar, existe un aumento gradual entre abril y agosto llegando a un máximo en éste mes. Existe una diferencia en noviembre, mes en el cual la biomasa perdida experimenta un aumento mayor al de la cantidad de peces muertos.

Se puede observar que las mayores tasas de mortalidad se dan entre los meses de julio y diciembre, es decir, en invierno y primavera.



**Figura 11. Número de peces y biomasa perdida por ataques de lobos marinos, durante el año 2003 en 37 centros de salmónes en la X Región.**

## 2. *Tamaño de peces*

Para estudiar la influencia del tamaño de los salmónidos en su mortalidad por lobos marinos, se analizaron dos centros, debido a que en éstos se conocía el tamaño promedio mensual de los peces.

La Figura 12 muestra la relación obtenida entre la biomasa perdida por ataques de lobos marinos y el tamaño promedio de los peces. Se observa que existe una marcada relación entre el tamaño de los peces y la mortalidad de éstos por lobos marinos, obteniéndose una correlación lineal de  $r^2 = 0,88$ .

La Figura 13 muestra la relación obtenida entre el número de peces perdidos por ataques de lobos marinos y el tamaño de los peces. Se observa que existe una marcada relación entre el tamaño de los peces y la mortalidad de éstos por lobos, obteniéndose una correlación lineal de  $r^2 = 0,79$ .

Se puede decir entonces que las pérdidas de salmónidos por ataques de lobos marinos, y por tanto, la intensidad de la interacción, alcanza mayores valores cuando los peces llegan a su tamaño de cosecha.

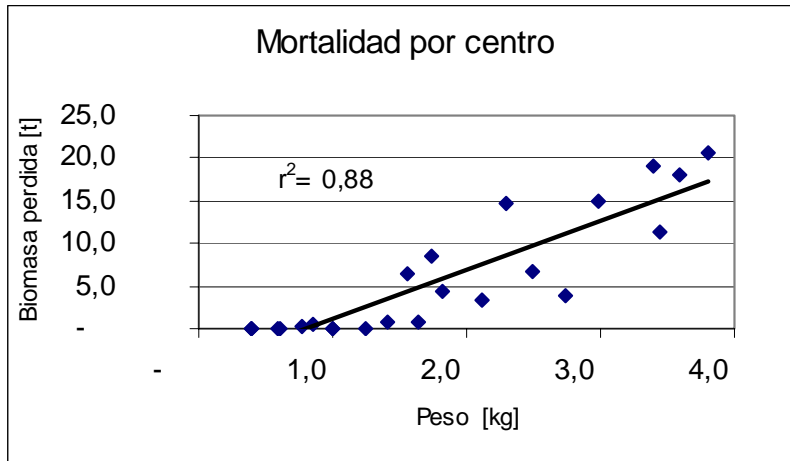


Figura 12. Análisis de regresión lineal entre el peso de los peces y la biomasa perdida por ataques de lobo marino, para dos centros de la X Región durante el año 2003.

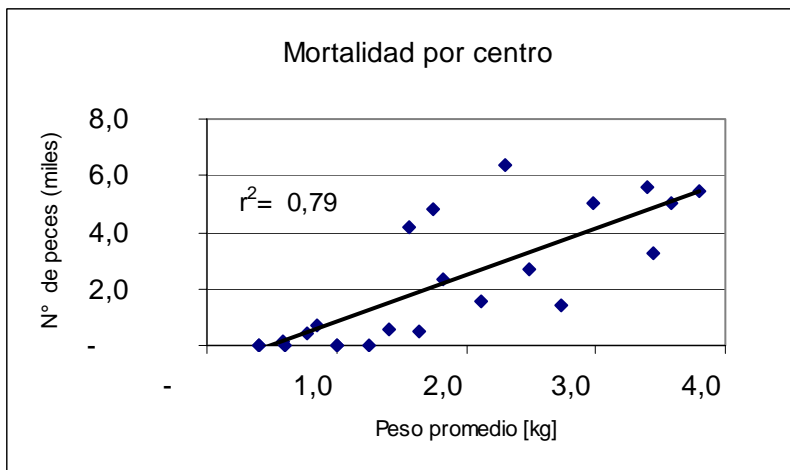


Figura 13. Análisis de regresión lineal entre el peso de los peces y la cantidad de peces perdidos por ataques de lobo marino, para dos centros de la X Región durante el año 2003.

### 3. *Especie de salmónido cultivada*

La influencia de la especie cultivada en la mortalidad de peces por lobos marinos, se analizó al comparar este parámetro para 21 centros que cultivan salmón del atlántico con 4 que cultivan trucha arcoiris.

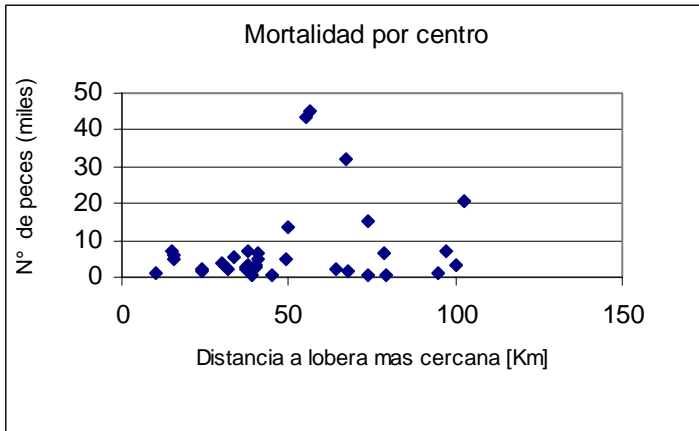
La mediana de la mortalidad por lobos fue de 4.201 peces en los cuatro centros que cultivan trucha arcoiris con un rango de 1.221 a 15.453. En los centros que cultivan salmón del atlántico la mediana fue de 2.668 peces con un rango de 355 a 45.260. Dentro de cada especie se encontró una gran variabilidad en la cantidad de peces muertos y no siguen una distribución normal. La mediana y el mínimo de las mortalidades en truchas arcoiris son mayores a las del salmón del atlántico. La mayoría de los centros que cultivan salmón del atlántico tienen bajas mortalidades.

### 4. *Distancia a las loberías reproductivas*

La relación entre mortalidad de salmónidos y la distancia de los centros al paridero de verano más cercano se analizó en base a 34 centros de cultivo, ubicados en la X Región (Figura 3).

La Figura 14 muestra los datos a partir de los cuales se obtuvo el primero de estos valores, se observa que sobre la base de los datos utilizados, no existe una relación entre la distancia de un centro a una lobería y la intensidad de la interacción en dicho centro, medida como la cantidad de salmónidos

que se pierden producto de los lobos marinos. El coeficiente de correlación lineal fue de  $r^2 = 0,04$  para las mortalidades anuales y  $r^2 = 0,08$  para las mortalidades estivales de salmónidos.

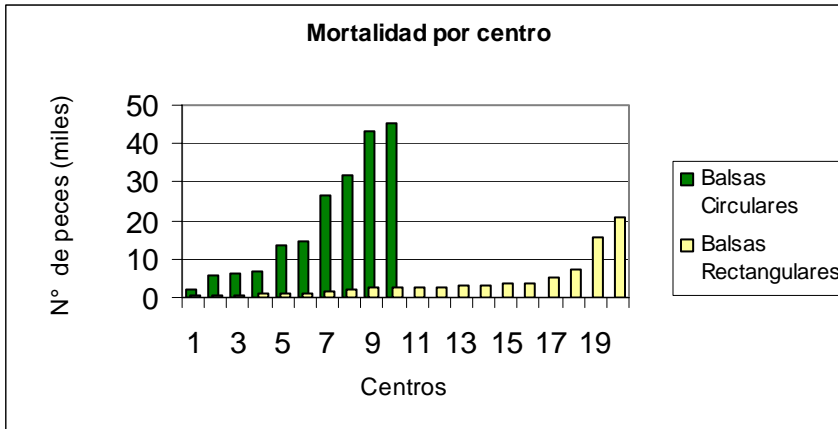


**Figura 14. Relación entre la mortalidad de salmónidos en centros de cultivo por ataques de lobos y la distancia a la lobería más cercana, para el año 2003.**

### 5. Tipo de balsa-jaula

Se evaluó la relación entre el tipo de balsa-jaula y las mortalidades de peces en centros con balsas-jaulas rectangulares (20 centros) y centros con balsas-jaulas circulares (10 centros), para el año 2003.

La Figura 15 muestra por separado las mortalidades para centros con balsas circulares y rectangulares. Se detecta que existe una notoria diferencia, siendo la mortalidad de peces en las balsas-jaulas circulares casi 5 veces mayor que en las rectangulares.



	Circulares	Rectangulares
min	2.132	355
max	45.260	20.603
media	19.619	4.000
mediana	13.992	2.505
sd	16.071	5.138

Figura 15. Comparación de las mortalidades de peces por lobos marinos en centros con balsas-jaulas circulares y rectangulares, durante del año 2003 en la X Región.

## **5.3 Descripción y análisis de las medidas de mitigación**

### **5.3.1 Descripción de las medidas de mitigación usadas en la X Región**

De las encuestas y visitas se extrae que las redes son prácticamente la única medida de mitigación usada en la actualidad. Indicando que las medidas de mitigación se basan en el uso de sistemas de protección más que en posibles medidas de gestión. Por lo anterior, las redes loberas se analizan en detalle, Sin perjuicio de esto, los entrevistados mencionan el uso de otros sistemas protección para los efectos de la interacción con lobos marinos. Los encuestados afirman haber utilizado los siguientes sistemas, ahora discontinuados en uso por la baja eficacia que tenían:

- Armas de fuego.
- Aparatos sonoros.
- Orcas falsas.
- Persecución en botes.
- Redes loberas de falda.

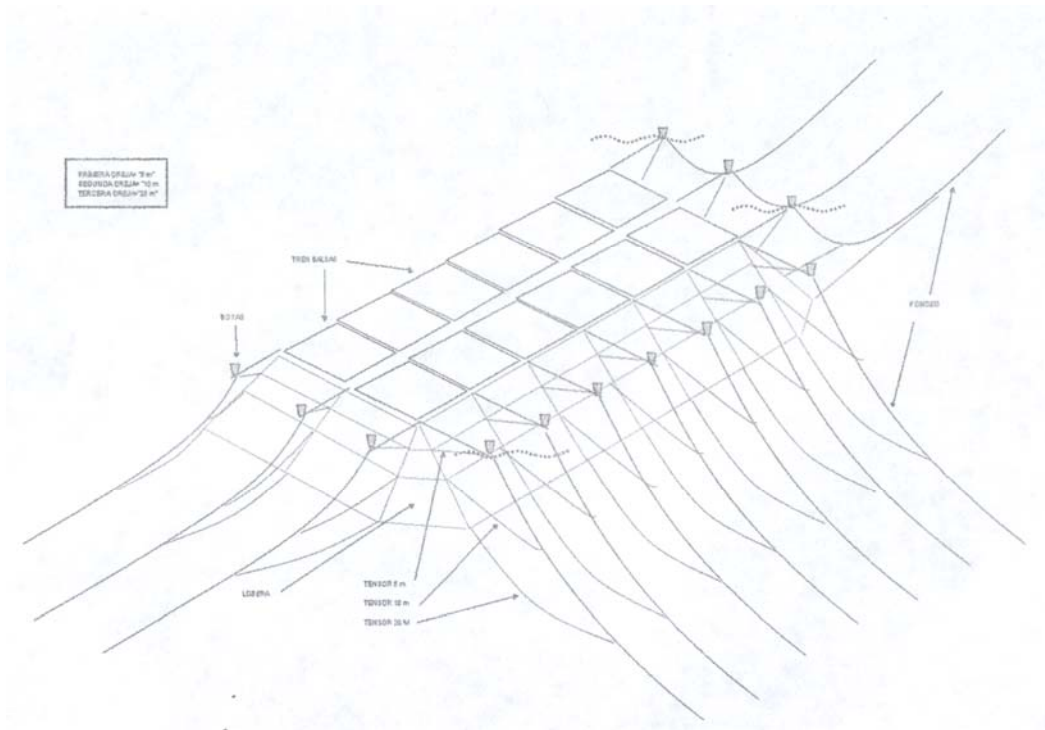
Los sistemas de protección encontrados en los 47 centros de cultivo encuestados fueron: (1) red lobera tradicional, (2) red lobera/pecera Aquagrid y (3) focos de iluminación. A continuación se describen éstos basándose en la información obtenida de las encuestas, visitas a terrenos y entrevistas con empresas de servicios a la acuicultura.

#### **2. Red Lobera tradicional**

Esta se encontró en los 47 centros que fueron encuestados. Consiste en una malla de nylon que rodea completamente las balsas-jaulas por los costados y el fondo a modo de bolsa. Esta se encuentra por fuera de la red pecera de modo que

proporciona aislamiento a las balsas-jaulas con la finalidad de que el lobo marino no pueda acceder a los peces de cultivo.

Se pudo observar que en las balsas-jaulas rectangulares la red lobera cubre en conjunto todo el tren de jaulas (Figura 16) y consta de dos partes principales. Una bajo el agua que cubre los costados además del fondo y otra sobre la superficie de ésta, instalada en mástiles sobre los pasillos exteriores de los trenes de jaulas elevándose entre 1,5 y 2 metros. Conocida como red perimetral o cenefa, su objetivo es evitar que el lobo marino pueda ingresar a las balsas por la parte superior (ver Figura 17).

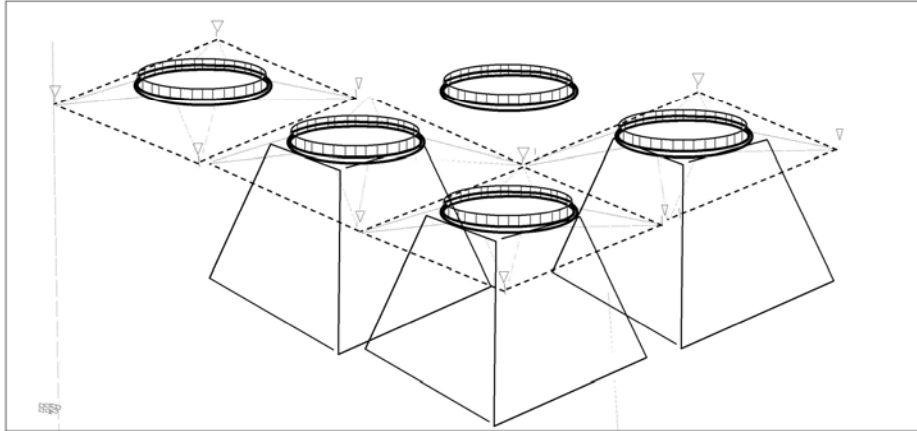


**Figura 16. Diagrama de una red lobera instalada en un tren de balsas-jaulas rectangulares. Gentileza de Servimar Ltda.**



**Figura 17. Sección sobre la superficie del agua de una red lobera en una balsa rectangular (red perimetral).**

Se encontró que en las balsas circulares, la red lobera también rodea completamente las balsas-jaulas por los costados y el fondo a modo de bolsa. Pero a diferencia de lo que ocurre en las rectangulares, la red lobera es puesta en forma individual en cada balsa-jaula (Figura 18). En éstas no existe red perimetral elevada y el mismo paño de red que viene bajo del agua es asegurado al borde de la balsa-jaula (Figura 19).



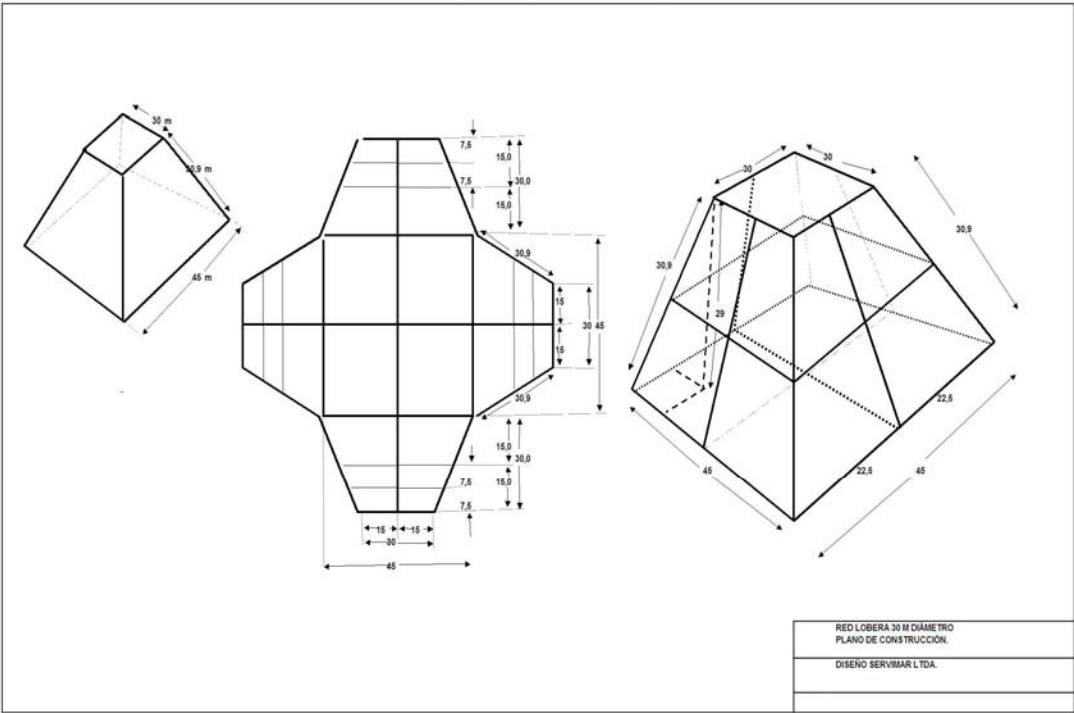
**Figura 18. Diagrama de redes loberas instaladas en balsas-jaulas circulares. Gentileza de Servimar Ltda.**



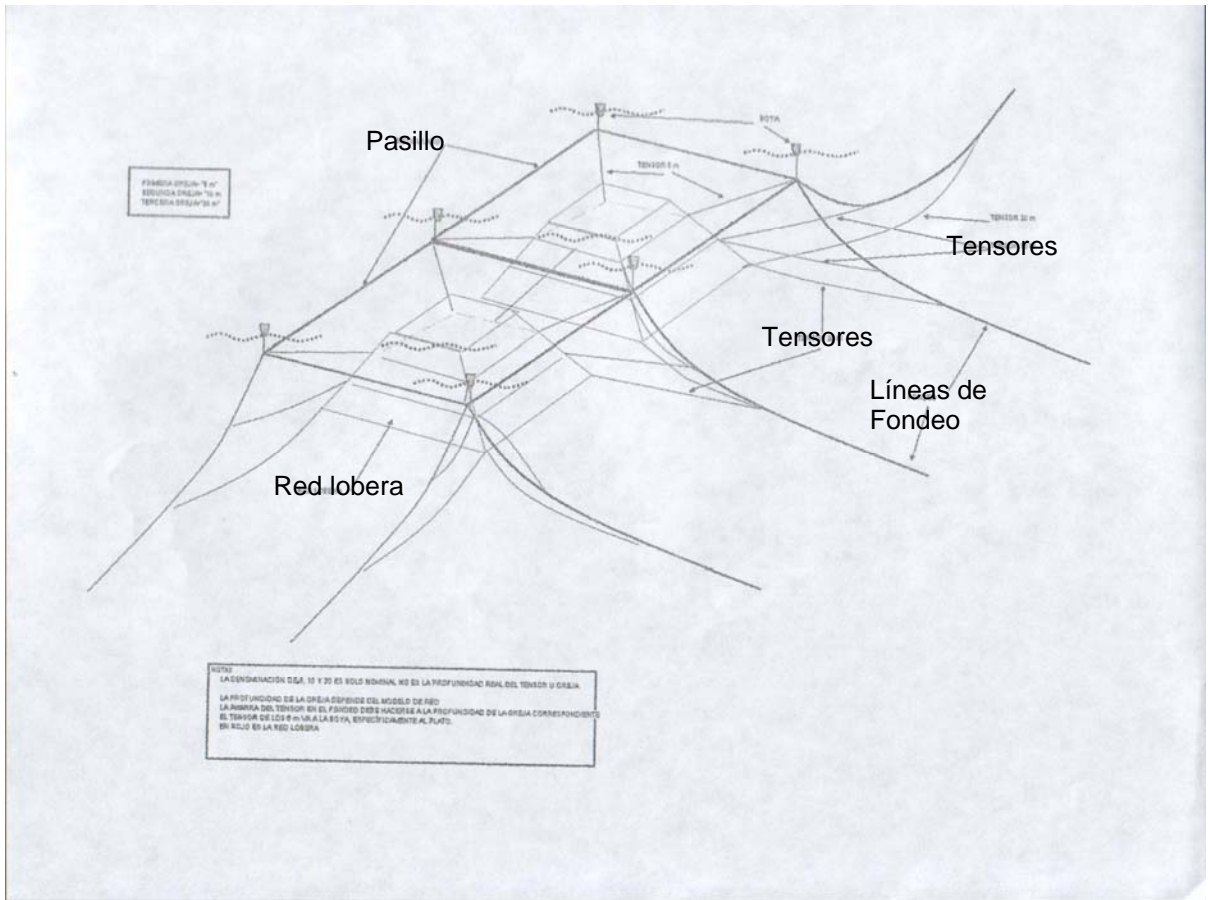
**Figura 19. Puntos de sujeción de la red lobera a la estructura de una balsa circular.**

En ambos tipos de balsas-jaulas, al aumentar la profundidad, la red lobera se va separando de la red pecera. En las balsas-jaulas rectangulares la distancia inicial queda determinada por el ancho del pasillo exterior y llega hasta 15 m en los costados, esto forma una pirámide truncada (ver Figura 20) que se logra mediante tensión hacia las líneas de fondeo (ver Figura 21). En el fondo ambas redes se separan a una distancia promedio de 18 m.

Estas separaciones tienen como finalidad que la red lobera no se acerque a la pecera y así evitar el acceso del lobo marino a los salmónidos, a través de las redes. De la encuesta se desprende que este diseño es el más difundido, según la opinión de un funcionario perteneciente a una de las empresas de servicios en redes, su uso se debe a la separación que logra entre la red pecera y la red lobera.



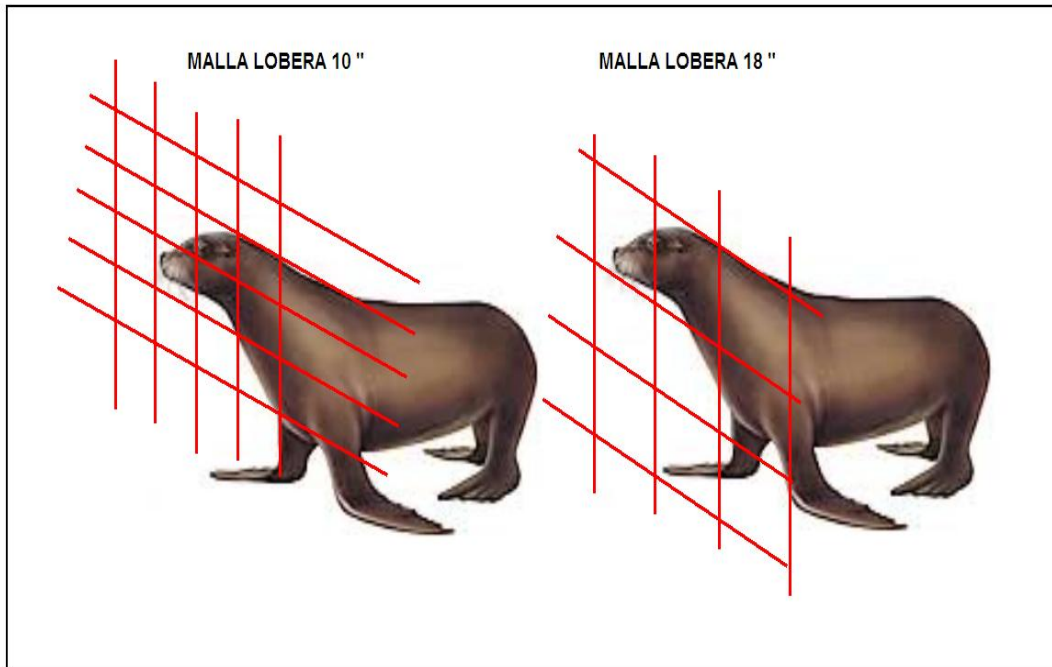
**Figura 20. Diseño de una red lobera en forma de pirámide truncada.  
Gentileza de Servimar Ltda.**



**Figura 21. Diagrama de los tensores que tienen las redes loberas a las líneas de fondeo, en un centro de cultivo con tren de balsas-jaulas rectangulares. Gentileza de Servimar Ltda.**

Respecto a la apertura de malla, las encuestas indican que ésta fluctúa entre las 8 y 10 pulgadas de diámetro. Sin embargo, la mayoría de los centros utilizan una apertura de 10 pulgadas, encontrándose sólo dos centros que usan 8 pulgadas de un total de 47 encuestados. La medida de 10 pulgadas ha sido establecida, como mínimo, por el Acuerdo de Producción Limpia del sector salmonero que en la actualidad está suscrito por gran parte de las empresas que se dedican al cultivo de salmónidos. La apertura de malla de la red lobera es un parámetro de gran importancia ya que de esto depende en gran medida el posible enmallamiento de los lobos marinos (ver Figura 22).

Respecto al hilo usado en la confección de la red lobera, el más comúnmente usado según los entrevistados y los resultados de la encuesta es el 210 – 240. Según estos Si bien éste tiene un costo mayor, se compensa por su resistencia y duración.



**Figura 22. Relación entre la apertura de malla de una red lobera y el tamaño de un lobo marino. Gentileza de Servimar Ltda.**

Estas redes son cambiadas cada 3 a 6 meses cuando no se usa antifouling y cada 6 a 9 meses cuando se usa, estos cambios se hacen para realizar una limpieza y reparación, aparte de las mantenciones que se hacen en el centro mediante buzos.

De las visitas y entrevistas se desprende que para realizar estas mantenciones, las redes son retiradas del centro de cultivo mediante embarcaciones (ver Figura 4) y buzos, luego son llevadas a puerto para ser lavadas y reparadas en talleres de redes. Una vez lavadas si corresponde, son impregnadas con anti-antifouling.

Según los datos encontrados a través de la encuesta un centro que utiliza balsas-jaulas cuadradas demora de 3 a 7 días en la faena de recambio de redes y los centros que usan balsas-jaulas circulares demoran 6 a 15 días.

A través de las visitas a terreno se encontró que las redes perimetrales también son usadas para proteger las balsas de acopio de mortalidad de salmónidos.

### 3. Red lobera/pecera Aquagrid.

Este sistema se encontró en un centro de los encuestados y se usaba en una sola jaula. En el momento de la encuesta estaba instalada hace dos semanas y se encontraba en evaluación.

Estas redes están compuestas por una malla geotextil semirígida con un recubrimiento resistente al UV, cuya superficie lisa reduciría significativamente la adhesión de fouling. La red se diseñó en Canadá donde existen empresas que la han estado utilizando en los últimos 8 años. Este sistema ha sido exitoso en Canadá en ambientes con una dinámica costera media-baja. Debido a su rigidez, se hace innecesario el uso de redes loberas tradicionales con el consiguiente ahorro. Por otra parte, la vida útil estimada es de 10 años y no se requiere su retiro para la limpieza o reparación.

### 4. Focos de iluminación

Este sistema, prácticamente en desuso, se halló en dos centros encuestados. Consiste simplemente en colocar focos de iluminación bajo el agua para asustar a los lobos marinos.

### 5.3.2 Análisis de las medidas de mitigación usadas en la X Región

#### Eficacia

##### *Redes loberas tradicionales*

Según la información encontrada en las encuestas, con relación a la eficacia de las redes loberas, 41 de los 48 encuestados afirman que la red lobera es un sistema de protección eficaz en aminorar los efectos de los ataques realizados por lobos marinos (Tabla 5). La mayoría de los encuestados coinciden en que el factor más importante en el desempeño de la red lobera es su instalación y mantención correcta, procurando: (1) evitar la fatiga del material y realizar recambios periódicos, (2) mantener una tensión permanente de la red para impedir que se junte a la red pecera, y (3) reparar fallas por donde pueda ingresar el lobo marino.

**Tabla 5. Sistemas de protección utilizados en 48 centros de cultivo de la X Región y la apreciación de la eficacia de éstos, en porcentaje del total de encuestados.**

Medida	Número	Eficacia del sistema de protección		
		Ineficaz	Medianamente eficaz	Eficaz
Red lobera	48	4%	18%	85%
Red Aquagrid	1	No evaluada	No evaluada	No evaluada
Focos de iluminación	2	100%	0%	0%

Debido a que las redes loberas se encontraban en uso en todos los centros encuestados y visitados, no se pudo comparar la mortalidad de peces pertenecientes a centros que tuvieran diferentes sistemas de protección.

### *Red lobera/pecera Aquagrid*

Esta red pecera/lobera es un sistema relativamente nuevo en Chile y por lo que aún no es posible afirmar cual es su eficacia. Si bien ha sido usada en otros países con éxito, debe evaluarse su introducción a Chile. En el centro de cultivo en que se encontró llevaba poco tiempo en uso y se estaba probando.

### *Focos de iluminación*

En los dos centros en que se usaba fue considerado como ineficaz y se encuentra prácticamente en desuso.

### Daños a lobos marinos

Según la información obtenida durante las visitas, con las aperturas de malla actualmente en uso (8 y 10 pulgadas) no se reportaron enmalles en ninguno de los centros visitados. Sin embargo, el personal comenta que cuando se usaban redes con aperturas de 18 o 20 pulgadas los enmalles eran comunes.

Cabe mencionar que existen otros sistemas de protección basados en el uso de redes, diferentes a Aquagrid o loberas tradicionales. Dichos sistemas no se detectaron en las encuestas o visitas y se encuentran actualmente en fase de implementación en Chile.

## **5.4 Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura**

### **5.4.1 Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura**

A continuación se entregan los resultados obtenidos en los tres aspectos considerados en la evaluación del impacto económico asociado a la interacción: (1) pérdidas por daño o muerte de los salmónidos, (2) inversión en sistemas de protección (3) mantenimiento de los sistemas de protección.

#### **1. Pérdidas por daño o muerte de los salmónidos.**

##### *Pérdida de la inversión al momento de la muerte de los peces*

En los 37 centros en que se disponía de información sobre biomasa perdida por lobos marinos, se registró un total de 181.615 peces muertos por ataques de lobos marinos durante el año 2003, equivalentes a 500 t. Considerando esta biomasa y un costo de producción de US \$ 1,6/Kg, los 37 centros de cultivo registraron una pérdida de US \$ 800.000, durante el año 2003. El promedio de pérdida por inversión en los peces hasta el momento de su muerte fue de US \$ 21.621 por centro.

Al relacionar el costo de los 37 centros con su producción (40.608 t) se obtuvo una pérdida de US \$ 19,7 por t de salmónido producida.

### *Pérdida del margen de comercialización*

Sobre la base de la información de mortalidad, se estimó que en los dos centros la interacción con los lobos marinos da cuenta del 3,4% de la mortalidad total de salmónidos. La pérdida del margen de comercialización de los salmónidos fue de aproximadamente US \$ 428.852, lo que equivale a US \$ 85,5 por t producida como promedio para ambos centros. En la Tabla 6 se muestra un detalle del análisis para ambos centros de cultivo.

**Tabla 6. Pérdidas asociadas a la mortalidad de salmónidos por lobos marinos y a la pérdida del margen de comercialización para dos centros de la X Región.**

	<b>Centro 1</b>	<b>Centro 2</b>
Peces muertos (n)	45.260	15.456
Peces muertos por t producida (n/t)	16	8
Biomasa Pérdida (Kg.)	109.802	47.440
Producción Anual (t)	2.900	1.900
Pérdida de inversión (US \$)	175.684	75.901
Pérdida margen comercialización US \$	306.089	122.763
Pérdida total anual (US \$)	481.773	198.668
Pérdida inversión / t producida (US \$/t)	61	40
Pérdida margen / t producida (US \$/t)	106	65
<b>Pérdida total / t producida (US \$/t)</b>	<b>166</b>	<b>105</b>

### 2. Inversión en sistemas de protección

De la información recolectada en las empresas de servicios en redes, se obtuvieron tiempos de vida útil cercanos a 5 años para las redes con el uso de antifouling y de 2,5 años sin el uso de éste. Asimismo, se encontró un valor de \$ 422 por m<sup>2</sup> (0,61 US \$) para la compra de nuevas redes. El valor del antifouling se considera dentro de los costos de mantención, ya que las redes son impregnadas posteriormente a su adquisición.

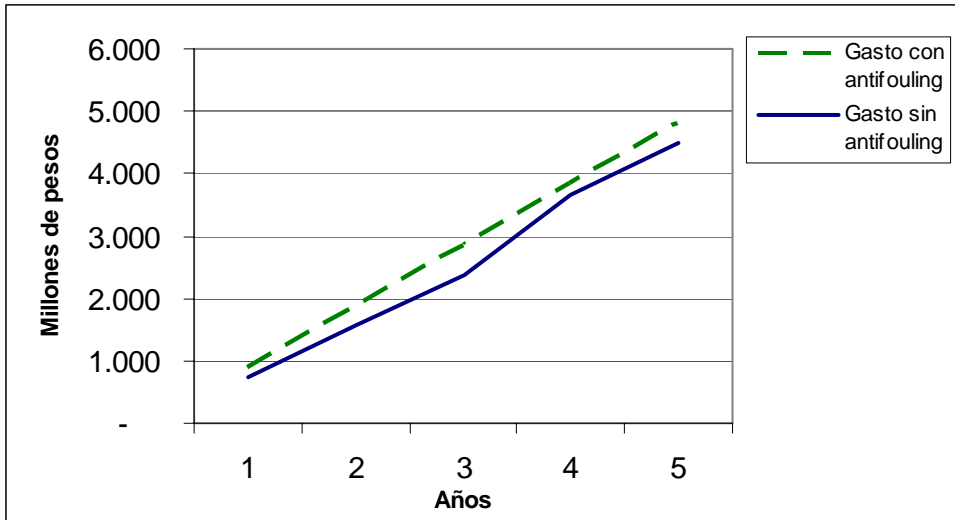
De acuerdo al presupuesto elaborado para una empresa salmonera con 15 centros de cultivo, la inversión en redes loberas es de US \$ 704.126 cada 5 años (US \$ 46.941 por centro). Este presupuesto considera el uso de antifouling y una superficie total de redes igual a 1.152.000 m<sup>2</sup>. Para centros en que no se usa antifouling la misma inversión se hace en la mitad del tiempo.

Según los antecedentes anteriores, en un centro de cultivo que usa antifouling se invierten US \$ 9.388 en redes loberas nuevas por cada año. Para centros que no usan antifouling esta inversión se hace en la mitad del tiempo.

Al relacionar la producción de los 15 centros, cercana a 20.000 t por año, con la inversión en redes loberas nuevas se tiene que un centro que usa antifouling gasta US \$ 7 por t producida al año en redes nuevas y US \$ 14 por t al año en el caso que no se use antifouling.

Todo lo anterior considerando el uso de redes con una apertura de malla de 10 pulgadas y el uso de un diseño de pirámide truncada.

Respecto al uso de pinturas antifouling se encontró que el costo final para centros de cultivo en que se usan es similar al de los que no lo hacen. Ya que si bien éstos deben cambiar sus redes más seguido ahorran el valor de la impregnación, el costo puede llegar incluso a ser menor. En la Figura 23 se observan los costos totales asociados a redes loberas, para ambas opciones a lo largo de cinco años. Esta figura se basa en el presupuesto obtenido de una de las empresas de servicios en redes, para una producción cercana a las 30.000 t. En este presupuesto el costo a largo plazo es un 7% menor al no usar antifouling, la fluctuación en los costos asociados a redes sin antifouling se debe a la compra de nuevas redes a los 2,5 años.



**Figura 23. Comparación de costos acumulados al usar redes con y sin antifouling, en un horizonte de 5 años.**

### 3. Costos por mantenimiento de los sistemas de protección

En la Tabla 7 se muestra la información recopilada en las empresas de servicios en redes, sobre los costos de mantenimiento y reparación de las redes por m<sup>2</sup>.

**Tabla 7. Costos de los servicios asociados a la mantención de las redes loberas por m<sup>2</sup>.**

Servicio	Costo	
Mantención red lobera con antifouling	\$ 106,5 /m <sup>2</sup> de red	US \$ 0,15 /m <sup>2</sup> de red
Mantención red lobera sin antifouling	\$ 68,3 /m <sup>2</sup> de red	US \$ 0,01 /m <sup>2</sup> de red
Impregnación con antifouling	\$ 157 /m <sup>2</sup> de red	US \$ 0,23 /m <sup>2</sup> de red

Según el presupuesto realizado para una empresa con 15 centros, estos tenían un costo de mantención cercano a los US \$ 663.055 por año y una superficie total de redes loberas cercana a 1.150.000 m<sup>2</sup>.

Por lo tanto, un centro en promedio gasta US \$ 44.200 al año por concepto de servicios y mantención de redes.

Al relacionar la producción de los centros con el gasto en servicios y mantención de redes según diferentes presupuestos, se obtuvo que un centro en promedio gasta US \$ 39/año por t producida. Asimismo, se pudo calcular un gasto promedio en servicios y mantenciones de US \$ 1.09/año por m<sup>2</sup> de red lobera. En la Tabla 8 se muestran los valores utilizados para los cálculos anteriores.

**Tabla 8. Costos asociados a la mantención de redes loberas en US \$/t producida de salmónidos por año y en US \$/ m<sup>2</sup>. año, según diferentes presupuestos.**

<b>Presupuesto</b>	<b>Gasto anual por t (US \$/t · año)</b>	<b>Gasto anual por m<sup>2</sup> de red (US \$/ m<sup>2</sup> · año)</b>
1	46	1,27
2	43	1,18
3	43	1,46
4	35	1,46
5	35	0,61
6	31	0,54
max	46	1,46
min	31	0,54
<b>Media</b>	<b>39</b>	<b>1,09</b>

#### **5.4.2 Impacto económico de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura para la X Región**

A partir de los costos y pérdidas obtenidos, se realizó una extrapolación del impacto económico que tiene la interacción entre los lobos marinos y la salmonicultura, para la producción regional total. Considerando una producción de 322.819 t para la X Región durante el año 2003 (Subpesca, 2004), se estimó un impacto total cercano a los US \$ 50,5 millones. Los valores utilizados en la estimación se muestran en la Tabla 9. Se consideran las pérdidas como el valor de la inversión en los salmones hasta su muerte más el margen de comercialización perdido.

Para el cálculo de la inversión en redes loberas se utilizó el promedio entre los gastos de inversión y mantención con y sin antifouling. Esto debido a que la mitad de los centros que fueron encuestados tenían redes impregnadas con antifouling.

**Tabla 9. Estimación del impacto económico de los ataques de lobos marinos para la industria salmonicultora en la X Región.**

<b>Inversión o Costo</b>	<b>US \$/ t . año producida</b>	<b>Estimación del costo para 2003</b>	<b>%</b>
Pérdida por inversión en peces	19,7	6.359.534	13
Pérdida del margen de comercialización	87,5	28.246.663	55
Inversión en redes nuevas	10,5	3.389.600	7
Costo de mantención y servicios de redes	39	12.589.941	25
<b>Total</b>	<b>156,7</b>	<b>50.585.737</b>	<b>100</b>

Además de lo anterior con la información entregada se pudo calcular: (1) los peces muertos por centro y (2) el porcentaje de mortalidad de peces por lobos marinos.

### 1. Peces muertos por centro

La mortalidad de salmónidos atribuible a ataques de lobos marinos para los 79 centros fue de 491.500 peces durante el año 2003, existiendo un rango de 48 a 45.260 peces/año·centro. Al relacionar la producción de estos 79 centros (aprox. 91.300 t) con la mortalidad causada por lobos marinos, se obtuvo que por cada t producida se pierden 5,3 peces. Considerando una producción de 322.819 t para la X Región durante el año 2003 (Subpesca, 2004), se estimó que en total murieron 1.710.940 peces debido a lobos marinos durante ese año.

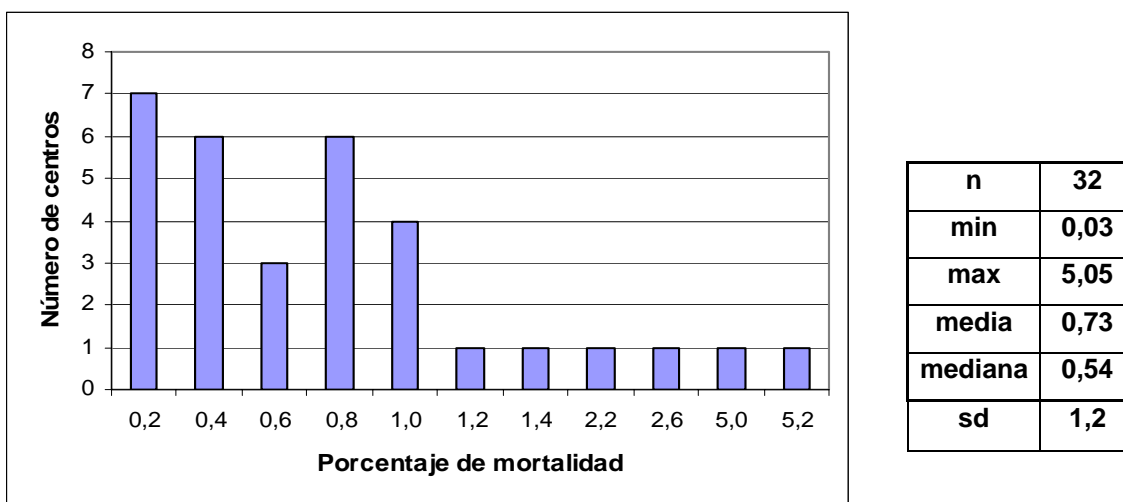


**Figura 24 Distribución de frecuencia de mortalidades de peces por lobos marinos en 37 centros de cultivo de la X Región, durante el año 2003.**

En la Figura 24 se muestra la distribución de frecuencia de los diferentes rangos de mortalidad de salmónidos. Un mayor número de centros presentan mortalidades bajas, inferiores a los 5000 peces/año. El valor promedio calculado es de 6222 peces/año, sin embargo, debido a la alta dispersión de los datos resulta más representativa la mediana que es de 3290 peces/año.

## 2. Porcentaje de mortalidad de peces por lobos marinos

La Figura 25 muestra la distribución de frecuencia de las tasas mensuales de mortalidad en peces por ataques de lobos marinos, ésta se encuentra en un rango entre de 0,03% a 5,05% del total de peces cultivados. La mayor parte de los centros tienen bajas tasas de mortalidad, esta dispersión de los datos hace que sea conveniente usar la mediana como valor representativo.



**Figura 25. Distribución de frecuencia de la mortalidad mensual en porcentaje, causada por lobos marinos en 32 centros de cultivos de la X Región.**

### 5.4.3 Comparación con resultados de estudios anteriores

Se calcularon las pérdidas por ataques de lobos marinos para los 37 centros de cultivo, usando la metodología del estudio realizado por el Consejo Zonal de Pesca de la IV Zona (Sernapesca, 1998b), para poder realizar comparaciones. Dicha metodología no considera la probabilidad de sobrevivencia ni el crecimiento de los peces hasta su cosecha, en el cálculo de las pérdidas.

Durante el año 2003 los 37 centros perdieron 181.615 peces equivalentes a aproximadamente 500 t. Considerando un valor de venta promedio de US \$ 4 por Kg. (SalmonChile, 2004a) y la producción total de estos 37 centros (40.608 t), se estimó una pérdida para el 2003 de US \$ 2.000.000, lo que corresponde a US \$ 49,3 por t producida.

En la Tabla 10 se presentan, para el año 2003, los resultados obtenidos en el punto 5.4.2 y aquellos obtenidos usando la metodología de Sernapesca (1998b) como **2003A** y **2003B** respectivamente. La primera de estas metodologías (**2003A**) considera las pérdidas por la muerte de los peces como el valor de la inversión en los salmones hasta su muerte más el margen de comercialización perdido. La segunda metodología (**2003B**) considera las pérdidas por la muerte de los peces como el producto de la biomasa perdida por el valor de venta.

Al comparar los resultados obtenidos por la metodología **2003A** con las estimaciones existentes para 1997, se constata que todos los costos e inversiones han aumentado (Tabla 10). Al comparar las estimaciones obtenidas por la segunda metodología, entre los años 1997 y 2003 se observa que las pérdidas debido a la mortalidad de peces han disminuido de 78,3 a 49,3 US\$/t producida y que ha aumentado la inversión en redes loberas de 18,4 a 49,5 US\$/t producida, de igual manera el impacto económico de la interacción, por t producida es muy similar, siendo de 96,7 y 98,8 US\$/t producida, para los años 1997 y 2003 respectivamente.

Cabe señalar que los costos de inversión y mantención de sistemas de protección para el año 1997 incluían el uso de sistemas de hostigamiento acústicos, que según los resultados obtenidos en el objetivo 3, no se encuentran en uso actualmente.

**Tabla 10. Comparación del costo asociado a la interacción de lobos marinos con la salmonicultura en la X Región, entre los años 1997 y 2003.**

Inversión o Costo	US \$ / t * año producida			Estimación costo (US \$) X Región		
	1997*	2003A	2003B	1997*	2003A	2003B
Pérdida por muerte de los peces	78,3	107,2	49,3	17.000.000	34.606.197	15.914.977
Inversión y mantención en sistemas de protección	18,4	49,5	49,5	4.000.000	15.979.541	15.979.541
<b>Total</b>	<b>96,7</b>	<b>156,7</b>	<b>98,8</b>	<b>21.000.000</b>	<b>50.585.738</b>	<b>31.894.517</b>

\* Datos de Sernapesca (1998b)

En la Tabla 11 se encuentran resumidos los valores calculados para el año 2003 y aquellos obtenidos para el año 1997 por Sernapesca (1998b), para la X Región. Los valores para el año 2003 están calculados con la metodología **2003B**, es decir la usada por Sernapesca (1998b), como se explicó las pérdidas por el margen de comercialización en las ventas son calculadas de manera distinta. Por lo anterior, algunos de los valores pueden no coincidir con los calculados anteriormente (pto 5.4.1).

**Tabla 11. Resumen de valores obtenidos para la evaluación del impacto económico que tiene la interacción en la X Región, para los años 2003 y 1997 (Sernapesca, 1998b).**

Valor	1997	2003B	% variación
Peces muertos por centro	4.477	3.290	-27%
Total de peces Muertos	1.700.000	1.294.076	-24%
Peces perdidos por t producida (peces/t)	7,8	4,0	-49%
Pérdidas por mortalidad de peces (US \$)	17.000.000	15.914.977	-6%
Pérdidas por mortalidad de peces por t producida (US \$/t)	78,3	49,3	-37%
% mortalidad por lobos (mediana)	1,5	0,73	No aplicable

Tabla 11. Continuación

Inversión y mantención redes (US \$)	4.000.000	15.979.541	299%
Gasto redes por t producida (US \$/t)	18,4	49,5	169%
Inversión en sistemas sonoros (US \$)	406.099	0	No aplicable
Impacto total de la Interacción por t producida (US \$/t)	96,7	98,8	2%
Impacto total de la Interacción (US \$)	21.000.000	31.894.517	52%
Producción X Región (t)	217.130	322.819	49%
Ingreso del sector salmonicultor	868.520.000	1.291.276.000	49%
Porcentaje del ingreso que significa la interacción	3,58%	2,47%	No aplicable

## 5.5 Impacto ambiental de la interacción y recomendaciones

### 5.5.1 Identificación de los impactos ambientales

Usando la metodología descrita se identificaron los impactos para los diferentes componentes ambientales. En la Tabla 12 se encuentra un listado de los impactos ambientales que se encontraron. A continuación se describe cada uno de estos impactos.

**Tabla 12. Impactos ambientales producidos por la interacción, entre lobos y salmicultura o por los sistemas de protección para el efecto que tiene ésta.**

Actividad	Impacto ambiental	Componente ambiental afectado	Carácter	Riesgo de ocurrencia	Intensidad	Extensión	Duración
Cultivo de salmónidos en el mar	Aumento de la disponibilidad de alimentos para la población de lobos marinos por salmónidos	Medio biótico	Positivo	Cierto	Mediana	Amplia	Larga
Cultivo de salmónidos en el mar	Aumento de la disponibilidad de alimentos para la población de lobos marinos por peces nativos (atraídos a los centros de cultivo)	Medio biótico	Positivo	Cierto	Mediana	Amplia	Larga
Instalación y recambios de redes	Liberación de salmónidos al medio de cultivo por errores de operación	Medio marino biótico y abiótico	Negativo	Probable	Mediana o Alta	Amplia	Larga
Mantenimiento de redes	Liberación salmónidos al medio de cultivo por errores de operación	Medio marino biótico y abiótico	Negativo	Probable	Mediana o Alta	Amplia	Alta

Tabla 12. Continuación

Carga de redes sucias a embarcaciones	Disminución de la calidad del agua	Medio marino biótico y abiótico	Negativo	Cierto	Baja	Puntual	Media o corta
Descarga de redes sucias en puerto	Disminución de la calidad del agua	Medio marino biótico y abiótico	Negativo	Cierto	Baja	Puntual	Media o corta
Transporte terrestre de redes sucias	Disminución de la calidad del suelo	Medio terrestre	Negativo	Cierto	Baja	Puntual	Media o corta
Limpieza en taller de redes	Disminución de la calidad del agua	Medio acuático Medio marino Medio terrestre	Negativo	Cierto	Alta o Media	Puntual	Media o larga
Producción de residuos sólidos en taller de redes	Disminución de la calidad del suelo	Medio urbano Medio rural	Negativo	Cierto	Baja o media	Puntual	Corta o media
Uso de antifouling en redes loberas	Disminución de la calidad del agua Bioacumulación	Medio marino biótico y abiótico	Negativo	Cierto	Baja	Media	Permanente
Uso de redes loberas	Disminución de la población de lobos	Medio biótico	Negativo	Poco probable	Baja	Media	Corta
Ataques de lobos marino	Liberación de salmónidos por falla en redes	Medio marino	Negativo	Poco probable	Media o Alta	Amplia	Larga

El aumento del alimento disponible para los lobos marinos, que constituyen los salmónidos de cultivo, tiene un efecto positivo en la población de lobos ya que facilita la mantención de éstos. Se sabe que ocurre, sin embargo, no existe una cuantificación. Su extensión es amplia, considerando la distribución de los centros de cultivo y de las poblaciones de lobos marinos en la X Región (Figura 3). Tiene una larga duración ya que la salmonicultura se ha desarrollado por más de 10 años en forma extensiva, período establecido para impactos de larga duración en la metodología, y se proyecta que seguirá desarrollándose. Este aumento de la disponibilidad de alimentos para los lobos marinos también se puede deber a los peces que se acercan a los centros de cultivo, en busca del alimento para que escapa de las jaulas.

La liberación de salmones al medio marino se puede deber a errores de operación en la instalación de redes, errores en el recambio de éstas o debido a rupturas producto del ataque de lobos marinos. Un eventual escape tendría un impacto negativo, debido a que los salmónidos competirían con las especies autóctonas por el alimento natural disponible. El impacto es de alta intensidad por la cantidad de peces que contiene una balsa-jaula. Es probable que ocurra pero debe considerarse que las redes son revisadas diariamente durante la faena de extracción de salmónidos muertos, por lo que las fallas en éstas pueden ser reparadas. El área que este impacto afectaría es amplia debido a la distribución de los centros de cultivo en la X Región y a la facilidad de desplazamiento que tienen los salmónidos. Respecto a su duración esta sería mediana o larga debido a la longevidad de los salmónidos, ésto sin considerar que los salmónidos lleguen a reproducirse en el medio natural.

La disminución en la calidad del agua puede ocurrir durante la remoción, transporte marítimo, transporte terrestre o en el desembarco de las redes sucias, debido a la materia orgánica que se fija a éstas (fouling) y que se puede desprender en cualquiera de las acciones mencionadas. Esto ocurre siempre que no se tomen las medidas adecuadas. La intensidad es baja debido a que sólo parte de la materia adherida se desprenderá al transportarla. Respecto al área afectada, es puntual debido a que son los lugares de carga o descarga, esto considerando que durante el transporte no hay filtraciones. Este impacto fue considerado con una duración corta o media, dependiendo del tiempo en que la materia orgánica que se desprende sea asimilada por el medio marino. La pérdida de calidad de suelo se podría producir por las mismas descargas mencionadas anteriormente, pero cuando las redes son transportadas por tierra.

La pérdida de la calidad de agua por el lavado de las redes se refiere a las descargas que se producen por la remoción del fouling y restos de pinturas anti-incrustantes en los talleres que limpian las redes. Se menciona el medio marino, acuático y terrestre como los medios afectados ya que estas emisiones podrían eventualmente descargarse en el mar, ríos, alcantarillados o ser infiltrados al subsuelo. Este impacto ocurre cada vez que se limpian redes en talleres y se descargan los residuos líquidos, su intensidad será media o alta dependiendo de la cantidad de redes que se limpie por período de tiempo y de si estas están impregnadas con antifouling. La extensión es considerada puntual en cuanto los talleres tienen un punto de descarga definido, sin embargo, cabe mencionar que existe la posibilidad de que los residuos líquidos sean arrastrados por corrientes en el agua. La duración de este impacto puede llegar a ser alta pues las redes, al ser lavadas, eliminan la pintura antifouling que puede bioacumularse en el medio marino. El impacto que podría tener el lavado de las redes en los centros de cultivo no fue considerado, ésto debido a que actualmente se encuentra restringida por el Reglamento Ambiental para Acuicultura.

Los talleres que lavan redes pueden producir residuos sólidos debido a la remoción del fouling de éstas. El fouling contiene en su mayoría algas y otros organismos marinos. Luego de ser removida ésta materia orgánica constituye un residuo sólido. Suponiendo que este residuo es llevado a un vertedero, afecta el suelo del medio urbano o rural dependiendo de la ubicación del vertedero. La intensidad del impacto es baja o media dependiendo de la cantidad de residuo que se produzca. El área afectada es puntual debido a que se trata de un vertedero. Respecto a la duración del impacto se consideró corta o media dependiendo de las condiciones que se den para la descomposición de la materia.

El uso de antifouling o pinturas anti-incrustantes emite constantemente un recubrimiento que se va diluyendo con el tiempo. Además de esto existe la posibilidad de que el cobre que contienen estas pinturas se bioacumule en la flora y fauna que circunda los centros de cultivo. Esto ocurrirá siempre que se usen dichas pinturas. El impacto se considera de baja intensidad en cuanto el antifouling se diluye lentamente, se considera de una extensión media debido a que no todos los centros de cultivo usan antifouling. Respecto a la duración de este efecto se considera permanente por la posible bioacumulación en organismos marinos.

La disminución de la población de lobos marinos se refiere a la muerte de éstos por enmalles en redes loberas. Se considera poco probable debido al uso de mallas de 10 pulgadas en gran parte de los centros de la X Región, que disminuye notablemente la probabilidad de enmalles de lobos marinos. Este impacto se consideró de baja intensidad, ya que el número de lobos marinos que pueden ser afectados, al mismo tiempo, no afecta mayormente la población de éstos. Respecto a la extensión de este efecto se consideró media, porque si bien los lobos marinos y los centros de cultivo se distribuyen por gran parte de la X Región, no es probable que los enmalles ocurran simultáneamente en muchos lugares. La disminución en la población de lobos marinos se consideró de corta duración, en cuanto los individuos perdidos, por enmalles, pueden ser repuestos en menos de un año.

En la tabla 13 se cuantifican los diferentes impactos asociados a la interacción según la metodología explicada. Se puede observar que los impactos negativos más importantes son la posible liberación de salmónidos al medio ambiente por errores de operación junto con la pérdida de calidad de agua por lavado de redes y la bioacumulación por uso de antifouling. Asimismo, los impactos con menor valoración son la muerte de lobos marinos por el uso de redes loberas y la pérdida de calidad de agua y suelo por transporte de redes.

**Tabla 13. Cuantificación de los impactos ambientales relacionados con la interacción entre lobos marinos y salmonicultura.**

Actividad	Impacto ambiental	Carácter	Riesgo de ocurrencia	Intensidad	Extensión	Duración	CAI	Valoración
Cultivo de salmónidos en el mar	Aumento de la disponibilidad de alimentos para la población de lobos por salmónidos o especies autóctonas	1	9	0,4	0,8	0,6	5,4	Positivo
Mantenimiento, instalación y recambios de redes	Liberación de salmónidos al medio de cultivo por errores de operación	-1	3	7	0,8	0,7	-8,5	Negativo alto
Ataques de lobos marinos	Liberación de salmónidos por rotura de redes (por ataques de lobos marinos)	-1	2	0,4	0,8	0,7	-1,3	Negativo bajo
Carga y descarga de redes sucias	Disminución de la calidad del agua	-1	8	0,1	0,2	0,1	-1,1	Negativo bajo
Limpieza en taller de redes	Disminución de la calidad del agua	-1	8	0,4	0,2	0,6	-3,2	Negativo medio
Transporte terrestre de redes sucias	Disminución de la calidad del suelo	-1	8	0,1	0,2	0,1	-1,1	Negativo bajo
Producción de residuos sólidos en taller de redes	Disminución de la calidad del suelo	-1	8	0,1	0,2	0,1	-1,1	Negativo bajo
Uso de antifouling en redes loberas	Disminución de la calidad del agua y Bioacumulación	-1	9	0,3	0,6	0,8	-5,1	Negativo alto
Uso de redes loberas	Disminución de la población de lobos	-1	2	0,1	0,4	0,2	-0,5	Negativo bajo

La remoción letal de lobos marinos no fue considerada debido que según resultados encontrados ésta no estaría en uso.

### **5.5.2 Recomendaciones**

Las recomendaciones propuestas constituyen medidas de mitigación del impacto económico y ambiental, éstas cubren dos aspectos: (1) medidas de gestión y (2) sistemas de protección para el efecto de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura. Esto objeto de mitigar los impactos ambientales identificados y disminuir la pérdida de salmónidos por ataques de lobos.

A continuación se presentan las recomendaciones en ambos aspectos, luego se analiza como mitigan los impactos ambientales.

#### **1. Medidas de gestión**

##### *Tipo Balsas*

Se debe tender al uso de las balsas-jaulas cuadradas que, al tener un área menor expuesta, presentan una menor mortalidad de salmónidos (ver objetivo 2). Según los resultados obtenidos, ésta parece ser una de las variables más influyentes en la mortalidad de salmónidos que presentan los centros de cultivo, debido a lobos.

##### *Higiene del Centro*

a) Higiene general del centro: Se debe evitar arrojar basuras o restos que puedan atraer a los lobos marinos al centro de cultivo. De la misma forma, el alimento debe ser manejado adecuadamente para que no caiga al mar, atrayendo peces autóctonos que son alimento natural de los lobos marinos. En general, se debe evitar arrojar cualquier tipo de residuo a las aguas o terrenos cercanos a los cultivos.

b) Recolección de mortalidad: La recolección de salmónidos muertos de las balsas-jaulas, debe realizarse diariamente ya que éstos caen en el fondo actuando como sebos para los lobos marinos. Una vez retirados, éstos deben ser acumulados en envases herméticos que eviten la caída de restos líquidos o sólidos.

c) Protección de las balsas que contienen las mortalidades: En el caso de que las mortalidades recogidas se guarden en balsas flotantes hasta su recolección, éstas debiesen estar protegidas por rejillas. Los peces muertos deben guardarse en contenedores herméticos para evitar la atracción de los lobos marinos.

### *Uso antifouling*

Si bien el uso de pinturas antifouling aumenta la permanencia de las redes en el mar lo que podría debilitarlas, no parece estar relacionado con la intensidad del efecto que tiene la interacción entre lobos marinos y salmonicultura. Además, éste constituye un contaminante del medio marino.

El uso de estas pinturas tiene un costo equivalente a no usarlas, ya que si bien en este caso no se pueden dejar las redes más tiempo, se ahorra el costo de la pintura. Según el presupuesto entregado por una de las empresas de servicios en redes para una producción cercana a las 30.000 t el costo a largo plazo es un 7% menor al no usar antifouling. Esto se puede observar en la Figura 23.

Adicionalmente, si no se usa antifouling se deben sacar las redes loberas más seguido lo que implica revisión más frecuente de las fallas que puedan sufrir. Por todo lo anterior se recomienda dejar de usar antifouling.

### *Creación de planes de contingencias ante escapes*

El Reglamento Ambiental para la Acuicultura exige la creación de un plan de contingencia que contemple posibles escapes de salmónidos. Este plan de contingencia debe describir en orden cronológico las acciones a desarrollar en caso de ocurrir circunstancias susceptibles a causar daño ambiental, como mortalidad o escape masivo de peces así como la liberación accidental del alimento. Asimismo debe considerar la notificación a la autoridad marítima competente según las estipulaciones del mencionado reglamento.

### *Cierre de los centros*

Al término de la vida útil de un centro o abandono de éste, deben retirarse todas las redes o estructuras a fin de evitar el enmalle de lobos marinos, que pueden llegar al centro de cultivo para usarlo como lugar de descanso. También debe considerarse la posibilidad que las redes presenten fouling, el que podría desprenderse contaminando el agua y tomar las medidas pertinentes.

### *Remoción letal de lobos marinos.*

Esta práctica no fue encontrada a través de las encuestas o visitas. Debiera restringirse solo a casos extremos, como lobos que atacan repetidamente un centro. Las razones para restringir su uso son:

- La conservación de la población de lobos marinos.
- Implicaciones legales: Existen diversos cuerpos legales que regulan la matanza de lobos marinos comunes en Chile, a través de vedas (mencionados en los antecedentes).
- Ineficacia de esta medida: Ha sido probada por diferentes estudios.
- Implicaciones éticas: Existe cada vez más conciencia por parte de la opinión pública acerca de la muerte de animales.
- Peligros: Implica un riesgo para los operarios debido al uso de armas.
- Deterioro de la imagen pública de la industria Salmonera Chilena, se debe considerar que las organizaciones no gubernamentales, han sensibilizado al público respecto a la matanza de animales.
- Acusaciones de *dumping* ambiental: Al ser Chile un país que tiene tratados económicos con otros países productores de salmónes, el control de los lobos por su muerte puede ser tomado como una ventaja comparativa. Obtenida a través de estándares ambientales menores.
- Posible potencial turístico de los lobos marinos.

## 2. Sistemas de protección para el efecto de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura.

Respecto a las recomendaciones sobre el diseño y mantención de sistemas de protección para el efecto de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura, se referirá especialmente a las redes loberas por lo encontrado en el objetivo 3.

Estas recomendaciones no pretenden cambiar los diseños actuales o dejar de lado las nuevas tecnologías, sino que permitir un mejor desempeño de las redes que se usan actualmente. Asimismo, se basan en el modelo de pirámide truncada por ser éste el más difundido según los resultados de la encuesta.

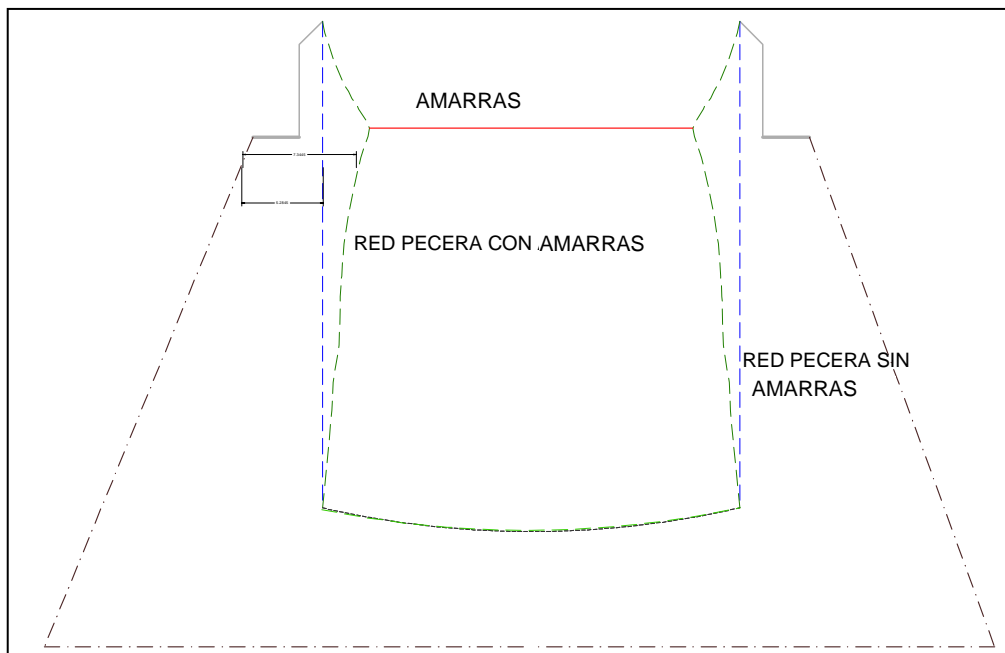
### *Diseño de redes loberas*

a) Uso de pesos en el fondo de pirámides truncadas. Como se puede ver en la Figura 21, los tensores de éstas se colocan en las esquinas y lados. Sin embargo, como se expuso en los antecedentes y en el objetivo 2, parte de los ataques frecuentemente ocurren por el fondo de las balsas-jaulas. Por esto, el agregar pesos en la parte central del fondo ayudaría a disminuir las mortalidades de peces por lobos, la interacción y sus impactos.

b) Distancia entre red lobera y pecera. Según operarios de los centros de cultivo y el personal de empresas que instalan redes, éste es uno de los factores importantes en evitar los efectos de los ataques de lobos marinos, por este motivo se debe aumentar al máximo posible. Esta distancia aumenta con la profundidad por el diseño de pirámide truncada. La distancia mínima entre ambas redes se da en la unión de las últimas al módulo, quedando determinada entonces por el ancho del pasillo en el caso de balsas-jaulas cuadradas. En el caso de las balsas-jaulas circulares por el ancho de la estructura plástica.

Considerando lo anterior, se podría aumentar la distancia entre ambas redes, en los primeros metros, al desplazar la red pecera hacia el centro de la balsa-jaula mediante amarras. Esta es una medida muy simple y económica que aumenta la distancia mínima entre loberas, se puede armar y desarmar fácilmente para realizar las faenas de mantención o recolección de mortalidades.

Al ser una medida que puede ser realizada por los operarios del centro de manera simple, se puede efectuar sólo cuando la interacción con los lobos es más intensa, como en la noche, después de un temporal o bien en los centros que presentan mayor mortalidad de peces. La comparación entre la distancia mínima con y sin estas amarras se puede ver en la Figura 26.



**Figura 26. Comparación de las distancias mínimas entre red pecera y red lobera con y sin amarras.**

c) Apertura de malla. Para la determinación de la apertura de malla, deben considerarse tres factores: (1) la eficacia como barrera física, (2) la reducción en el flujo de agua a través del centro de cultivo, (3) el posible enmalle de los lobos marinos y (4) su costo. Mientras menor sea la apertura de malla mejor es como barrera física y menor es la posibilidad de enmalles, pero más reduce el flujo de agua través del centro, especialmente luego de la adhesión del fouling. Por lo tanto, en la elección de una apertura de malla debe considerarse el tamaño del animal que se quiere mantener alejado, la corriente que existente en el lugar y si el centro de cultivo posee formas artificiales de agregar oxígeno, además del costo de la red. Esto porque mientras menor es la apertura de malla mayor es el costo por el uso de más material.

Es difícil establecer una medida con los resultados obtenidos en este estudio debido a la poca variabilidad encontrada, lo que indica una estandarización de esta medida. En todo caso ésta no debiera ser nunca mayor al diámetro la cabeza de un lobo marino, el cual varía entre 142 mm y 312 mm (Sepúlveda y Oliva. com pers). La falta de información sobre cuál es el grupo etario de lobos que mayoritariamente ataca los centros, no permite determinar un valor mínimo de la apertura de malla dentro de este rango.

Pese a lo anterior, la medida entregada por el APL del sector Salmonero de 10 pulgadas es una buena referencia, en cuanto según la información obtenida en el objetivo 3 evita el enmallamiento de los lobos.

d) Tensión de las redes. Según los resultados encontrados, éste es uno de los factores importantes en la eficacia de las redes loberas, ya que mantiene estirada la malla. Lo anterior dificulta que los lobos marinos puedan empujarla y acercarse a los peces, muerdan la red lobera o queden enmallados. Razón por la cual, se debe procurar que las redes estén siempre tensionadas y que la tensión se mantenga. No es posible entregar una medida de la tensión que deben tener las redes, en base a los resultados obtenidos en este estudio. Lo anterior debido

a que no se analizaron valores específicos de la tensión que tienen las redes loberas. Sin embargo, se puede afirmar que la tensión dependerá de condiciones específicas del sitio en que se instalen, como las corrientes marinas y mareas.

f) Resistencia de hilo de confección. Si bien no se estudió en específico la resistencia de los hilos, se halló una estandarización de éste en la denominación 210 – 240. Según los entrevistados, éste tiene las prestaciones suficientes y las redes generalmente no fallan por que se corte el hilo, sino que por falta de mantención. No se recomienda el uso de los valores de resistencia mínimos usados en otros países, debido a las diferencias que existen entre los pinnípedos de esas zonas y los de Chile. Además de las diferencias en cuanto al régimen de mareas y corrientes que puedan existir.

g) Consideraciones de la ubicación del centro. En el diseño de la red lobera debe considerarse la corriente, el oleaje y el régimen de mareas presentes en el lugar en que se instalará. Lo anterior debido a que estos movimientos del agua afectan la separación entre la red de peces y lobera, así como la tensión de las mismas, como se puede ver en la Figura 27. Otros factores ambientales a considerar son: la profundidad, el viento y la fijación del fouling.



**Figura 27. Afeción en la estructura de una red lobera debido corrientes marinas simuladas. Fuente: Marine and Marine Industries Council, Tasmania 2002.**

### *Mantenimiento y recambio de redes.*

a) Mantenimiento preventiva. Se debe considerar evitar la fatiga del material, realizar recambios periódicos de las redes, lograr una tensión permanente de la red para mantener la distancia entre las redes peceras y lobera. Además de reparar fallas por donde pueda ingresar el lobo marino. Se debe planificar la mantenimiento considerando la creación de protocolos de mantenimiento, recambio de redes y de cosechas, para evitar errores de operación que lleven a escapes de los salmones.

b) Revisión de las redes loberas y peceras luego de temporales. Debido al movimiento del agua que se produce durante éstos, se puede dañar la estructura de las redes o hacer que pierdan tensión, afectando la eficacia en el control de la depredación de salmónidos. Además se debe considerar que según la opinión del personal de los centros visitados y los antecedentes existentes, después de los temporales aumentan los ataques. Por lo anterior, es recomendable una revisión y reparación de las redes luego de estos eventos meteorológicos.

c) Emisión de desechos líquidos desde las redes. Para disminuir la emisión de materia orgánica y restos de antifouling, se deben tomar medidas de mitigación en las siguientes etapas:

- Permanencia de las redes en el agua: No debe ser excesiva para evitar la sobre-acumulación de fouling.
- Transporte marítimo, carga, descarga y transporte terrestre: Se deben usar contenedores que dificulten la filtración de residuos líquidos.
- Limpieza de redes: En el caso de las redes tradicionales, la limpieza de éstas sólo debe realizarse en establecimientos que puedan dar tratamiento a los residuos líquidos generados. Este residuo debe cumplir con las normas de emisión vigentes. Por esta razón, no se deben limpiar las redes en los centros de cultivo, debido a la dificultad para tratar el residuo líquido que se produce. En el caso de las nuevas redes como Aquagrid y

otras, que no pueden retirarse de los centros por su rigidez, se debe evaluar como se pueden limpiar éstas *in situ*. Procurando cumplir la normativa de emisión vigente.

#### *Uso de métodos de hostigamiento*

Todos los sistemas de hostigamiento mencionados en los antecedentes tienen una baja eficacia, según diferentes autores. Asimismo, los entrevistados afirman haberlos dejado de usar por las mismas razones. Además pueden llevar a que los lobos marinos asocien el uso de éstos a la ubicación de los salmónidos. Por lo anterior, no se recomienda su uso.

#### *Uso de focos de iluminación*

No se recomienda su uso debido a la poca eficacia que tienen en evitar el ataque de los lobos. Además pueden atraer a peces nativos del medio lo que aumentaría la atracción de los lobos marinos hacia los centros de cultivo.

### 5.5.3 Mitigación de impactos ambientales a través de las recomendaciones

A continuación, se analiza como las recomendaciones anteriores mitigan o previenen los impactos ambientales identificados más importantes, esto se resume en la Tabla 14.

**Tabla 14. Resumen de las medidas de mitigación o prevención de los impactos ambientales relacionados con la interacción entre la salmonicultura y las poblaciones de lobos marinos, en la X Región.**

Impacto ambiental	Medida de mitigación o prevención propuesta
Aumento de la disponibilidad de alimentos para la población de lobos marinos por stock de salmónidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección de peces en balsas-jaulas del medio del tren.</li> <li>- Uso de balsas-jaulas cuadradas.</li> <li>- Mantenimiento de la higiene del centro.</li> <li>- Uso de pesos en el fondo de las redes, mantenimiento de la distancia entre red lobera y pecera, tensionamiento de redes.</li> <li>- Consideración de factores del sitio, en el diseño de la red lobera y su instalación.</li> <li>- Mantenimiento preventivo de redes, revisión de redes luego de temporales.</li> </ul>
Aumento de la disponibilidad de alimentos para la población de lobos por fauna atraída a los centros de cultivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo adecuado de alimento para salmones.</li> <li>- Limitación del uso de focos de iluminación.</li> </ul>
Liberación salmónidos al medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación de planes de contingencia ante escapes.</li> <li>- Creación de protocolos de mantenimiento, recambio de redes y de cosecha.</li> <li>- Mantenimiento preventivo de las redes, revisión luego de temporales.</li> <li>- Consideraciones en el diseño y mantenimiento de redes.</li> </ul>
Disminución de la calidad de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la permanencia excesiva de las redes en el agua.</li> <li>- Evitar la limpieza de redes en los centros.</li> <li>- Uso de contenedores adecuados para transporte de redes.</li> <li>- Limpieza de redes en talleres que cuenten con sistema de tratamiento del residuo líquido.</li> </ul>
Disminución de la calidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de contenedores adecuados en transporte terrestre de redes.</li> </ul>
Disminución de la calidad del agua bioacumulación por uso de antifouling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitar el uso de antifouling.</li> </ul>

Tabla 14. Continuación

<p>Disminución de la población de lobos por enmallamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensionamiento de redes loberas.</li> <li>- Mantenimiento preventiva de las redes.</li> <li>- Uso de una apertura de malla mínima.</li> <li>- Revisión luego de temporales.</li> <li>- Mantenimiento de la higiene del centro.</li> <li>- Recolección de redes en centros cerrados.</li> <li>- Limitar la remoción letal de lobos marinos.</li> </ul>
---	--

El aumento de la disponibilidad de alimentos para la población de lobos marinos que significa el stock de salmónidos de un centro, es un impacto poco conocido. Sin embargo, las consecuencias que puede tener se mitigan con las medidas propuestas (Tabla 14), en cuanto limitan la cantidad de alimento que los lobos pueden obtener de los centros de salmonicultura. También existen peces autóctonos que se alimentan en los centros y que pueden atraer a los lobos marinos. Para mitigar esto se propone limitar el uso de focos de iluminación que pueden atraer a dichos peces, así como el manejo correcto del alimento para salmones.

El impacto de la liberación de salmónidos al medio se puede prevenir mediante la mantención de las redes y el diseño adecuado de éstas. Además de crear protocolos para la mantención de redes, el recambio de redes y cosecha, evitando así errores durante estas faenas. En caso de que ocurra un escape debe existir un plan de contingencia. El que tendrá que de cumplir con lo dispuesto en el Reglamento Ambiental para la Acuicultura.

La disminución de la calidad de agua producto del uso y mantención de redes loberas se puede mitigar y prevenir (1) evitando la permanencia excesiva de las redes en el agua, de manera que no acumule demasiado fouling que se puede desprender durante los recambios, (2) no limpiando las redes tradicionales en el centro de cultivo, ya que no se puede tratar el residuo que se produce, (3) limpiando las redes en talleres que cuenten con sistemas de tratamiento y (4)

usando contenedores que disminuyan las filtraciones durante el transporte de redes. Esto último es válido también para el transporte terrestre.

Para evitar el impacto ambiental que tiene el uso de antifouling, lo más sencillo es dejar de usarlo. Esto no afecta el costo que tiene el uso de redes loberas, como se demostró en los resultados, puede llegar a ser más barato en el largo plazo.

La muerte de lobos marinos por enmallamiento puede prevenirse por el uso de redes loberas tensadas y de una apertura de malla mínima. Además de la mantención periódica de las redes que evita la pérdida de tensión.

## 6 Discusión

La ubicación de los centros considerados en éste estudio (Figura 2) se debe en parte a la accesibilidad de éstos y la disponibilidad de las empresas salmoneras. Siendo así se levanto un mayor porcentaje del total de centros, en el Estuario de Reloncaví (34%) y Seno de Reloncaví (52%). Por el contrario en las zonas de Chiloé continental y Chiloé insular se levanto un porcentaje menor de información, siendo 3% y 16% respectivamente. Por lo anterior los resultados expuestos anteriormente así como las discusiones, son más representativos de las zonas del estuario y seno de Reloncaví.

Los tipos de interacciones identificadas y sus efectos coinciden con lo encontrado por diferentes autores como Sepúlveda (1998), Sepúlveda & Oliva (*en prensa*) y Sernapesca (1998b) para Chile, así como con lo encontrado en el resto del mundo (Ross 1988, British Columbia Environmental Assessment Office 2001, Jamieson & Olesiuk 2001, Marine and Marine Industries Council, Tasmania 2002 Ace-Hopkins 2002).

Respecto a los efectos indirectos que pueden tener las interacciones, como la susceptibilidad a enfermedades o stress de los peces, no existe hasta ahora una manera clara de cuantificarlos.

La intensidad de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura es considerada mínima en el 79% de los centros encuestados. Sepúlveda & Oliva (*en prensa*) encontraron en 1997 que el 62% de los centros encuestados tenía un nivel de interacción considerado bajo. Esta disminución en la intensidad de la interacción también se observa al comparar la pérdida de salmones en los registros de mortalidad. Sepúlveda & Oliva (*en prensa*) informan pérdidas de salmones cercanas a 7826 peces por centro y de 17 t por centro para 1997. En contraste con los 6221 peces por centro y las 13,5 t por centro, encontradas para

el año 2003. Esta baja en la interacción se mide como la apreciación del porcentaje de salmónidos muertos por ataques (encuestas) o por la cantidad de éstos que mueren por lobos marinos (registros de mortalidad). Por lo tanto existe un mayor control de la depredación desde el año 1997 a la fecha.

El comportamiento de ataque encontrado, consiste en que los lobos marinos empujan las redes por debajo o los lados de las balsas-jaulas, para así extraer las vísceras de los salmónidos, este comportamiento coincide con lo encontrado en Chile por Sepúlveda & Oliva (*en prensa*) y por Sepúlveda (1998), para Chile.

Existe una gran variabilidad en la intensidad de la interacción entre los centros estudiados, medida a través de las estadísticas de mortalidad de salmónidos. Lo que concuerda con lo encontrado por Sepúlveda & Oliva (*en prensa*).

Respecto a las estadísticas de mortalidad, éstas consideran a los peces con signos de haber sido atacados, como muertos debido a la interacción con lobos marinos. Por lo anterior no es posible saber si un pez que se registra, murió a causa un ataque o ya estaba muerto cuando un lobo marino se alimento de el. Lo anterior debido a que los lobos marinos pueden alimentarse de aquellos salmónidos que caen al fondo de las balsas jaulas, muertos por otras razones.

A pesar de lo anterior, para el estudio de las variables que influyen en la intensidad de la interacción y su impacto económico, se uso como indicador la mortalidad de salmónidos debido a lobos marinos. Esto por que es la información disponible y los registros de mortalidad han sido usados para determinar el nivel

de interacción, por diferentes estudios en Chile (Sepúlveda 1998, Sernapesca 1998b, Sepúlveda y Oliva *en prensa*, Oliva *et al* 2004). Esto permite realizar comparaciones.

De esta manera la mortalidad de salmónidos se contrastó con las siguientes variables:

#### *Epoca del año*

Tanto las encuestas como el análisis de las estadísticas de mortalidad muestran una periodicidad del nivel de la interacción. Siendo mayor durante el invierno y dentro de esta estación la interacción aumenta luego de un temporal. Cabe mencionar que según las estadísticas de mortalidad analizadas, la primavera también presenta una tasa importante de salmónidos muertos por lobos marinos. Lo anterior coincide con lo encontrado por diferentes autores para Chile y el resto del mundo (Sepúlveda & Oliva *en prensa*, Sepúlveda 1998, Sernapesca 1998b, Ross 1988, Jamieson & Olesiuk 2001, Ross 1988).

Esta periodicidad en la interacción se puede explicar por la biología del animal en cuanto éste se agrupa en loberías durante el verano para reproducirse, disminuyendo su alimentación en este período (Oporto *et al* 1996, Sepúlveda *et al* 2001). Adicionalmente durante el verano existe una mayor cantidad de peces autóctonos, que constituyen el alimento natural de los lobos marinos (Soto *et al*, 1997).

#### *Tamaño de los peces*

En base a los centros estudiados y a la opinión los operarios encuestados, se puede decir que el nivel de interacción aumenta cuando el tamaño de los peces es mayor. Esto coincide con lo encontrado por Sepúlveda & Oliva (*en prensa*) y Sepúlveda (1998). Esta tendencia no puede explicarse por la coincidencia del

mayor tamaño de los salmónidos con la época de mayor interacción con los lobos marinos, ya que los centros encuestados mantienen peces de diferentes tamaños durante todo el año. Adicionalmente, en una de las entrevistas el personal comentó que de existir distintos tamaños de peces en un centro los lobos atacan generalmente la jaula que contenga peces de tamaño elevado.

#### *Especie de salmónido cultivada*

La preferencia del lobo marino común por una especie de salmónido en particular no ha sido demostrada hasta hoy. Los resultados encontrados, tanto por la encuesta como por el análisis de la mortalidad, no permiten determinar la influencia de la especie cultivada en el nivel de interacción.

En los resultados de la encuesta, la preferencia por la trucha arcoiris es la opinión de una persona, lo que no es suficiente para determinar si existe una tendencia. Los datos de las estadísticas de mortalidad no presentan una distribución normal y el número de centros que se analizó es mucho mayor para el salmón del atlántico (20 centros) que la trucha arcoiris (4 centros). Por lo que no es conveniente compararlos y se hace necesaria más información.

Esta diferencia en la cantidad de centros conocidos para cada especie, se debe a que en general se cultiva más el salmón del atlántico que otras especies.

#### *Período diurno / nocturno*

La tendencia que tienen los lobos a atacar los centros de cultivos durante la noche ha sido reportada por diferentes estudios en Chile y en el resto del mundo para otros pinnípedos (Sepúlveda & Oliva *en prensa*, Sepúlveda 1998, Sernapesca 1998b, Ross 1988, Jamieson & Olesiuk 2001).

Lo anterior puede ser explicado por tres razones: (1) durante la noche existe una menor actividad de los operarios sobre las balsas-jaulas, lo que impide que los lobos marinos se asusten por la presencia de humanos, (2) durante la noche los peces son menos activos y tienden a estar en el fondo de las balsas, lo que facilitaría el ataque de los lobos marinos (Ross, 1988) y (3) se sabe de estudios realizados por Oliva (1983) y Thomson (1998), que el lobo marino común se alimenta principalmente de noche. Esta última razón determina que los ataques sean de noche. Ya que es una conducta del animal y las dos primeras solo facilitan la búsqueda de alimento por parte del lobo marino.

#### *Distancia a las loberías reproductivas*

No se encontró una relación entre la distancia de un centro a la lobería reproductiva más cercana y el nivel de interacción, medido como la mortalidad de salmónidos. Lo anterior coincide con lo encontrado para Chile por Sepúlveda & Oliva (*en prensa*) y por Jamieson & Olesiuk (2001) para Canadá. Por el contrario Szteren & Páez (2002) declaran haber encontrado relación entre la distancia de las faenas de pesca artesanal a las loberías y la cantidad de lobos marinos comunes avistados, este estudio se realizó en Uruguay. Los resultados encontrados por este estudio se pueden explicar por las características biológicas de los lobos marinos, de Chile y Uruguay. Estos últimos no recorren grandes distancias para alimentarse y habitan en aguas someras cercanas a la costa (Oliva *com pers*). Adicionalmente esto se puede explicar por las diferencias entre las faenas de pesca artesanal y los centros de cultivo. En estos últimos el nivel de interacción puede estar influido por la higiene del centro o la rigurosidad que exista en revisar y mantener las redes loberas. Factores que dependen del personal de cada centro de cultivo y no se relacionan con la distancia a una lobería.

La falta de relación entre la distancia a las loberías reproductivas y las mortalidades, tanto anuales como estivales, se puede explicar principalmente por los hábitos alimenticios de los lobos marinos que habitan el litoral de la X

Región. Estos llegan a recorrer 200 km. en sus viajes de alimentación (Campagna *et al*, 2001). Si se considera que, según los resultados, la mayor distancia que se encontró entre una lobería y un centro de cultivo fue de aproximadamente 100 Km (Figura 14), los lobos marinos pueden acceder a distintos centros de cultivo para alimentarse, si encuentran condiciones que faciliten esto. Además se debe considerar que los lobos descansan en lugares distintos a sus loberas de reproducción, llamados paraderos (Oliva y Duran. *com pers*). Estos paraderos no están registrados ni han sido censados, ya que para obtener el número total de individuos los censos se realizan en las loberías reproductivas o paraderos de verano.

Otra razón que justifica la falta de relación son características propias de cada centro, que influyen el nivel de interacción como: el tipo de balsa-jaula usada o la higiene del centro.

Por otra parte como se mencionó anteriormente, los lobos marinos aumentan su alimentación durante el invierno (Oporto *et al* 1996, Sepúlveda *et al* 2001) con lo que aumenta la interacción en esta época. Sin embargo, las loberías usadas para medir al relación son estivales. Durante el invierno los lobos marinos habitan además otros paraderos, por lo tanto la distancia de éstos a los centros debiese ser considerada para el invierno. Lo anterior es especialmente relevante para explicar la falta de relación entre la distancia y las mortalidades anuales.

Por todo lo anterior la distancia a las loberías de verano no es suficiente para explicar la variabilidad de las mortalidades en los centros, y por tanto el nivel de interacción entre éstos y los lobos marinos comunes.

### *Tipo de balsa-jaula*

Las balsas-jaulas circulares presentan una mortalidad casi cinco veces superior a las de las balsas-jaulas rectangulares. Esto se debe a que las balsas-jaulas circulares son instaladas individualmente, por lo que presentan un área expuesta mayor. Por lo anterior, en un centro que use balsas-jaulas circulares todas quedan expuestas al existir corrientes. Debido a que las redes loberas se adosan a las redes peceras. En cambio, en un centro de cultivo con balsas-jaulas rectangulares esto sólo ocurre en las cabeceras del tren de balsas-jaulas.

Además, la presencia de pasillos exteriores en las balsas-jaulas rectangulares ayuda a aminorar las mortalidades en los centros que las usan. Por una parte permiten instalar una red perimetral elevada y por otra mantienen un espacio entre la red pecera y la red lobera. Esta característica ha sido descrita como uno de los factores que influyen en el funcionamiento de las redes loberas (Ross 1988, Jamieson & Olesiuk 2001).

Existe una gran variabilidad en los niveles de interacción, medidos como la mortalidad de peces en los diferentes centros. Variando entre 48 a 4526 peces muertos durante un año, como se observa en la Figura 24. Según el estudio realizado, por Sepúlveda & Oliva (*en prensa*), en 32 centros de la X Región, esta diferencia se puede deber a características propias del centro como los sistemas de protección usados. Sin embargo, como se vio en los resultados del objetivo 3, los sistemas de protección se encuentran estandarizados en la actualidad. Por lo que esta diferencia podría ser explicada por características propias de los centros de cultivo o del lugar en que se encuentra. Esto debido a que todas las variables analizadas, a excepción de la distancia, son similares en todos los centros.

A pesar de que no se pudo deducir la influencia del tipo de especie cultivada en el nivel de interacción, no puede explicar las variaciones de la mortalidad entre los diferentes centros de cultivo. Esto debido a que dentro de una misma especie

existe un amplio rango de mortalidad. Esta variabilidad también se encontró dentro de centros que usan el mismo tipo de balsas-jaulas.

Por todo lo anterior, la variabilidad en el nivel de interacción sólo podría ser explicada, sobre la base de este estudio, por variables no consideradas como: la higiene del centro, las corrientes presentes en la zona o la distribución de los lobos marinos en el invierno.

Las medidas de mitigación que se han usado en Chile y que se usan en la actualidad, corresponden principalmente al uso de sistemas de protección contra los ataques, más que en la aplicación de medidas de gestión. De estos sistemas se usan principalmente las redes loberas.

Existe una estandarización de las redes loberas y de sus características de diseño, que es consecuencia de lo encontrado en el año 1997 por Sepúlveda & Oliva (*en prensa*). En este estudio todos los sistemas diferentes a las redes loberas se consideraban de poca eficacia y dentro de éstas se consideraba más eficaz a las de cajón. Modelo que es el predecesor de las redes loberas piramidales usadas en la actualidad. Se puede hablar de un abandono de los sistemas de hostigamiento a favor de las redes loberas, lo que junto con los resultados de la encuesta muestra su eficacia.

Además han aparecido nuevas redes que cumplen la función de la red pecera y lobera tradicional como Aquagrid sin embargo, en Chile estas redes no han sido probadas el suficiente tiempo como para ser evaluadas.

La estandarización de la apertura de malla a 10 pulgadas, se explica debido a que: (1) es la medida establecida como máximo en el Acuerdo de Producción Limpia al que pertenece la mayoría de las empresas salmoneras, (2) aminora el enmallamiento de los lobos marinos, esto según la opinión de los entrevistados y (3) proporciona a las redes una mayor eficacia en evitar las pérdidas de

salmónidos. La estandarización de la apertura de malla es una diferencia respecto a lo encontrado por Sepúlveda (1998), quien declara haber encontrado redes entre 10 y 20 pulgadas durante 1997.

Respecto al Impacto económico asociado a la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura, para poder comparar con el año 1997 se usaron los valores obtenidos con la metodología de Sernapesca (1998b). Esta no considera la probabilidad de sobrevivencia ni el crecimiento de los peces hasta su cosecha, en el cálculo la pérdida del margen de comercialización.

Además el cálculo de la pérdida del margen de comercialización se pudo realizar sólo con dos centros. Estos que tenían una tasa de mortalidad por lobos superior a la media de la Región, lo que le quita representatividad. Sin embargo, la pérdida del margen de comercialización es un factor que debiese incluirse en estudios futuros. Para lo que se necesita poder acceder a información detallada de las mortalidades de salmónidos en los centros de cultivos.

Por lo anterior, el análisis del impacto económico se realizará con los valores obtenidos por la metodología de Sernapesca (1998b), entregados como **2003B** en los resultados. Estos se resumen en la Tabla 11.

Considerando que se pierden 4 peces por t de salmónido producida a causa de la interacción con el lobo marino, se tiene que durante el año 2003 se perdieron cerca de 1.300.000 peces en la X Región. Cifra inferior a los 1.700.000 registrados para 1997 (Sernapesca, 1998b), esto pese a existir un aumento de la producción de 217.130 t a 322.819 t. Lo anterior implica una baja del 24 % si se considera la pérdida total de salmónidos y del 49 % si se considera la pérdida de peces por t producida. En cuanto al costo económico, significa una reducción del 6% considerando el total de pérdidas y del 37% considerando la pérdida por t de salmónido producida.

El uso de redes, durante el año 2003, significó un gasto de 49,5 US \$/ t producida, lo que implica una inversión total de la industria salmoniculora de US \$ 15.979.541. Si se compara con el año 1997 existe un aumento casi 3 veces al comparar el gasto total y de 1,5 veces si se considera el gasto por t producida. El aumento del gasto en redes loberas se debe al desarrollo que han alcanzado éstas. Para 1997 se encontró que existían redes con aperturas de malla entre 10 y 20 pulgadas (Sepúlveda, 1998) comparadas a las 10 pulgadas usadas ahora. Además en 1997 existían redes tipo faldón que no tienen fondo (Sepúlveda, 1998), ambas características implican el uso de menos material para cubrir una balsa-jaula. No se detectó la inversión en sistemas de hostigamiento acústico para el año 2003, en contraste con lo encontrado por Sernapesca (1998b) y Sepúlveda (1998).

Existe un aumento en el impacto económico total de la interacción, de US \$ 21.000.000 para 1997 a US \$ 31.894.517 para el 2003, lo que significa un 52 %. Sin embargo, el costo por t producida es similar entre un año y otro existiendo sólo un 2% de aumento. Lo anterior se explica por qué (1) si bien ha aumentado el gasto en redes, esto produjo una menor pérdida por la muerte de los salmónidos y (2) el aumento de la producción regional de salmónidos entre ambos años.

En cuanto al porcentaje del total de ingresos que significa el impacto de la interacción con los lobos marinos, éste disminuyó de 3,58% a 2,47% desde 1997 al año 2003. Esto se explica porque si bien el impacto económico por t producida es ligeramente mayor, la producción aumentó un 49% entre 1997 y el año 2003.

En este estudio no se consideraron los costos asociados a seguros. Debido a que no existen seguros específicos para pérdidas por ataques de lobo marino, sino que para pérdidas globales. Pese a lo anterior en la realización de las comparaciones con los estudios de Sernapesca (1998), se considera que el gasto de lo que faltase por cultivar, desde la muerte a la fecha de cosecha, compensa los gastos de seguros.

El costo de los seguros podría ser considerado en futuros estudios, ya que la interacción con el lobo marino aumenta el riesgo de pérdidas de salmónidos en los centros de cultivo y por tanto el valor de los seguros. Asimismo, las pérdidas por efectos indirectos de la interacción no fueron consideradas debido a la dificultad de medirlos.

Se necesitan más estudios para tener una identificación completa de los impactos ambientales asociados la interacción o el uso de sistemas de protección. Sin embargo, se han identificado algunas situaciones como el peligro de escapes de salmones (British Columbia Environmental Assessment Office, 2001). La contaminación de las aguas por el desprendimiento de fouling y lavado de redes se menciona en el Reglamento Ambiental para la Salmonicultura y el enmallamiento de lobos es considerado en el Acuerdo de Producción Limpia del sector salmonero.

Se debe investigar cuál es el real efecto que ha tenido el aumento de la oferta de alimento en los lobos marinos. Para esto se deben estudiar diferentes aspectos de las poblaciones de lobo marino, desconocidos hasta ahora. Este impacto se calificó como positivo en cuanto la acción en el medio biótico (lobos marinos) es benéfica. Pese a esto se propusieron medidas de mitigación debido a que no se conoce el efecto global que tiene este impacto.

Antes de discutir sobre la valoración de los impactos ambientales asociados a la interacción, cabe mencionar que esta es una valoración teórica y de carácter subjetivo, por la manera en que se cuantifica.

Los impactos ambientales negativos más importantes que se detectaron, basados en la CAI son: (1) la posible liberación de salmónidos al medio ambiente por errores de operación y (2) la bioacumulación por uso de antifouling (Tabla 13). La calificación ambiental del primero de estos se debe a su larga duración y amplia extensión. Para mitigar y prevenir la liberación de salmónidos se propone la

mantención preventiva, revisión de las redes luego de temporales, consideraciones de diseño, creación de protocolos de cosecha, mantención de redes y recambio de éstas. Además de la creación de planes de contingencia como medida reactiva. El segundo de estos impactos tiene una alta calificación ambiental que se debe a la posible bioacumulación de Cobre en organismos marinos, que implica una larga duración. Para mitigar este impacto se propone dejar de usar antifouling por las razones ambientales y económicas expuestas en los resultados. Adicionalmente la limitación de su uso se propone en el APL del sector salmonero.

La mantención de la higiene de los centros de cultivo disminuye la atracción de los lobos hacia los centros. Según Ross (1988) los peces muertos en el fondo de las balsas-jaulas actúan como carnadas que atraen a los pinnípedos.

Para la aplicación de las recomendaciones hechas respecto al diseño y mantención de las redes deben considerarse las características ambientales del lugar. Debido a que las corrientes o el aislamiento podrían impedir la aplicación de estas recomendaciones. El uso de pesos en el fondo de las redes loberas, se justifica por los antecedentes bibliográficos encontrados (Ross 1988, Jamieson & Olesiuk 2001) y por lo indicado en por los entrevistados respecto a los ataques.

El abandono de los sistemas de hostigamiento ha sido recomendado por diferentes autores (Wursing & Glenn. 2002, Jacob & Terhune. 2002, Jefferson & Curry 1994 Jamieson & Olesiuk 2001). Además las empresas salmoneras los han dejado de usar por su baja eficiencia.

Respecto al uso de focos de iluminación la British Columbia Environmental Assessment Office (2001) advierte sobre la posibilidad de transmisión de enfermedades, a los salmónidos de cultivo desde especies nativas atraídas por la iluminación.

Se propone la creación de planes de contingencia debido a las existencias del Reglamento Ambiental para la Acuicultura. Estos planes contemplan la recuperación de salmónidos luego de los escapes, a pesar de ser exigida por el mencionado reglamento esta es una medida poco practica. Lo anterior debido a la dificultad que implica recapturar a los peces escapados.

Las recomendaciones propuestas ayudan al cumplimiento de la legislación nacional, la mitigación de los impactos ambientales y económicos mediante medidas de gestión, consideraciones en el diseño y mantención de las redes.

Existe la necesidad de generar una regulación en diferentes aspectos relacionados con la interacción. A fin de evitar las pérdidas económicas de la salmonicultura, así como la afección de las poblaciones de lobos marinos y su ambiente. Esta regulación debe considerar la participación de los diferentes actores implicados y contar con bases científicas que permitan la toma de decisiones acertadas.

Además debe planificarse respecto a la interacción para la XI Región considerando la información que existe hasta ahora y la que se debe generar. Lo anterior debido que dicha región es la zona de expansión para la actividad salmonicultora, que en la actualidad se desarrolla mayoritariamente en la X Región.

A partir de este estudio se hace presente la necesidad de investigar diferentes aspectos relacionados con interacción, objeto de poder determinar mejor las variables que influyen en ésta, los costos asociados y la eficacia de nuevas tecnologías actualmente en uso. Entre estos aspectos se pueden mencionar:

#### *La población de lobos marinos*

Los censos realizados hasta ahora son mayoritariamente hechos en verano, esto debido a que en esta época se encuentra una mayor cantidad de individuos sobre las loberías. Sin embargo, como se puede ver en los resultados del objetivo 2, la interacción entre lobos marinos y salmonicultura, es más intensa durante el invierno. Por lo anterior se deben conocer los desplazamientos y cambios estacionales de las poblaciones de lobos marinos, para saber si desplazamientos guardan relación con el nivel de interacción con los centros de cultivo. Para lo anterior se necesita registrar la ubicación y población de los paraderos de invierno. De esta manera se podrá saber si existe una relación, entre la distancia de éstos a los centros y el nivel de interacción.

#### *El impacto de la salmonicultura sobre las poblaciones de lobos marinos*

Se debe estudiar como afecta la mayor disponibilidad de alimento que tienen los lobos marinos, debido a los centros de cultivo. Esto también se relaciona con la realización de censos, debido a que desde los últimos censos la industria salmonera ha aumentado notablemente.

#### *La relación entre la interacción con lobos marinos y las enfermedades o stress en los salmónidos*

Si bien la mortalidad de salmónidos por lobos es una parte baja de las mortalidades totales en salmónidos de cultivo (objetivo 4), siempre se ha asociado la interacción con lobos marinos al aumento del stress, baja en la tasa de

alimentación o desarrollo de enfermedades en los peces. Pese a lo anterior, no existe hasta ahora una estimación de este efecto ni de su impacto económico.

### *El uso de nuevas redes*

Se debe evaluar el uso de las nuevas tecnologías de redes antes de implementarlas masivamente. Considerando por lo menos dos aspectos: (1) la eficacia en disminuir la interacción con los lobos marinos y (2) el posible impacto por el uso de éstas. Las nuevas redes como Aquagrid y otras que no se encontraron en los centros encuestados, no pueden ser retiradas de los centros para su lavado. Por lo anterior se debe investigar sobre la manera de realizar la limpieza de éstas adecuándose a las normas de emisión vigentes.

Junto con todo lo anterior se debe mejorar el acceso a la información que tienen las empresas salmoniculoras. Durante la realización de este estudio se comprobó la dificultad en conseguir la información existente. Esta información permitiría estimar mejor las características de la interacción entre lobos marinos y la salmonicultura. Esta información podría ser entregada voluntariamente por las empresas a través de SalmonChile, como parte del acuerdo de producción limpia. Para esto debiese desarrollarse un formato para recopilar la información que sea útil para las empresas salmoneras y para el desarrollo de investigación. Dicho formato debiese considerar por lo menos:

- Características del centro: Ubicación, producción anual, tipo de balsa-jaula, especie cultivada y tamaño promedio de los peces.
- Registros de mortalidad: Pérdidas totales y por lobos marinos (biomasa y cantidad), fecha, hora del día, ubicación de la jaula y tamaño de los peces atacados.
- Registro de los ataques sufridos y de la cantidad de lobos avistados
- Uso de medidas de mitigación: Sistemas de protección y medidas de gestión usadas.

## 7 Conclusiones

- Las encuestas y registros de mortalidad exponen una baja en la intensidad de la interacción entre lobos marinos y salmonicultura en los últimos 5 años, pese al crecimiento de la industria salmonera. Lo que indica que existe un mayor control de la depredación de los salmónidos.
- Existe una tendencia en el nivel de la interacción entre lobos marinos y centros de cultivo. Esta es mayor durante la noche y los meses de invierno, lo que está explicado por los hábitos de alimentación y reproducción del lobo marino y por la periodicidad en la oferta ambiental de alimento para éste.
- La distancia entre las loberías estivales y los centros de cultivo no se relaciona con el nivel de interacción en éstos. Lo que se explica por la biología del animal y la calidad de la información sobre las loberías.
- Se necesitan estudiar más a fondo las variables que influyen en la interacción, para explicar la variabilidad en el nivel de ésta entre centros de cultivo. Estas variables incluyen la distribución de los lobos en invierno, la influencia de las corrientes marinas o la higiene de los centros.
- Existen factores propios de los centros de cultivo y del sitio en que se ubican que determinan las diferencias en el nivel de interacción entre lobos y dichos centros.
- Se ha abandonado el uso de métodos de hostigamiento y remoción letal para el control de los ataques en favor de las redes loberas, que son el sistema usado por todos los centros encuestados.

- Existe una estandarización de las redes loberas con un diseño piramidal y una apertura de malla de 10 pulgadas. Lo que es consecuencia de lo encontrado en estudios anteriores.
- Existen nuevas tecnologías de redes, usadas hace poco tiempo, que no han sido evaluadas.
- El impacto económico de la interacción, considerando pérdidas e inversiones, superó los US \$ 32 millones para el año 2003, existiendo un aumento de la inversión en redes y una baja de las pérdidas de salmónidos. Este impacto significó el 2,47 % del ingreso del sector salmonero de la X Región para el mismo año.
- La industria salmonicultora de la X Región invirtió en el 2003, para mitigar la interacción con el lobo marino, cerca de US \$ 16 millones. Lo que implica un aumento de la inversión en los últimos 5 años.
- Los impactos ambientales relacionados con la interacción, estimados teóricamente como los más importantes, son la posible liberación de salmónidos por errores de operación y la bioacumulación por el uso de antifouling en redes loberas. Se debe estudiar cual es el impacto que tiene el cultivo de salmónidos sobre la población de lobos marinos.
- Existen una serie de medidas aplicables que permiten mitigar los impactos ambientales y económicos asociados a la interacción entre lobos marinos y salmonicultura.
- Existe una necesidad de investigar diferentes aspectos asociados a la interacción entre lobos marinos y salmonicultura. Junto con una necesidad de planeación para la X y XI Región.

## 8 Literatura citada

- Ace-Hopkins. 2002. Behaviour of seals around fish farms. Report by Ace-Aquatec. 7 p.
- Aguayo, A & R. Maturana. 1973. Presencia del lobo marino común *Otaria flavescens* en el litoral chileno. *Biología Pesquera* 6: 49-75.
- Arnold H. 1992. Experimental predator control measures on marine salmon farms in Shetland, Submission to the Planning and Coordinating Committee of the Marine Mammal action plan, United Nations Environment Programme. 25 pp
- Banco Central. 2004. Base de datos estadísticos, dólar observado año 2003. [En línea] [Consulta: Noviembre 2004]. Disponible en: [http://si2.bcentral.cl/Basededatoseconomicos/951\\_portada.asp?idioma=E](http://si2.bcentral.cl/Basededatoseconomicos/951_portada.asp?idioma=E)
- Basulto, S. 2003. El largo viaje de los salmones, una crónica olvidada. Propagación y cultivo de especies acuáticas en Chile. 299 pp.
- British Columbia Environmental Assessment Office. 2001. Salmon Aquaculture Review. Technical advisory team discussion papers in marine mammals and other species. 55 pp.
- Canter L. 2000. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. (ed) McGraw –Hill. 814 pp.

- Editec. 1993. Compendio de la Acuicultura de Chile. (ed) Editec, Santiago. 226 pp.
- INTESAL. 2004. Software Mapa de centros de cultivo Industria salmonera.
- Jamieson, G. & J. Olesiuk. 2001. Salmon Farm – Pinniped Interaction in British Columbia: An analysis of predator control, its justification and alternative approaches. Canadian Science Advisory Secretariat. research document 2001/142.
- Jacob, S. & J. Terhune. 2002. The effectiveness of acoustic harassment devices in the Bay of Fundy, Canada: seal reaction and noise exposure model. Marine Mammals. 28, 2: 147 – 158.
- Jefferson, T & B. Curry. 1994. Review and evaluation of potential acoustic methods of reducing or eliminating marine mammal – fishery interactions, 32 p. Final Report to the U.S. Marine Mammal Commission. N° T 10155628.
- Marine and Marine Industries Council, Tasmania. 2002. A Seal / Fishery interaction management strategy: Background Report. pp 97.
- MINECOM. 1991. Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA). pp 91.
- MINECOM. 2001. Reglamento ambiental para la acuicultura. pp 9.
- MINECOM. 2004. Decreto Exento 765. pp 3.
- Nash, C.E., R.N. Iwamoto, & C.V. Mahnken. 2000. Aquaculture risk management and marine mammal interactions in the Pacific Northwest. Aquaculture 183: 307-323.

- Oliva D. 1983. Trofodinámica y circarritmos de actividad en el lobo marino común, *Otaria byronia*, en Chile central,. Tesis para optar al grado de licenciado en Biología. Universidad de Chile. 115 pp.
- Oliva D. 2004. La población de lobo marino común en las costas de Chile. Futuro azul 3: 27 – 30.
- Oliva, D., W. Sielfeld, L.R. Durán, M. Sepúlveda, M.J. Pérez., L. Rodríguez, W. Stotz & V. Araos 2004. Interferencia de mamíferos marinos con actividades pesqueras y de acuicultura. Informe final FIP 2003-22.
- Oporto, J., A. Turner, M. Grandjean & L. Brieva 1996. Identificación de loberías reproductivas, aposentaderos y censo del lobo marino común, *Otaria flavescens*, en la X Región de Chile. Informe Final proyecto Educec 37/96, Puerto Montt. 22 pp.
- Poveda 2005, Antecedentes para la elaboración del diseño de un plan de manejo para el lobo marino común en las costas de Chile. Tesis para la obtención del título: Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad de Valparaíso Chile, Universidad Politécnica de valencia. 142 pp
- Quick, N., S. Middlemas, & J. Armstrong, 2004. A survey of antipredator controls at marine salmon farms in Scotland. Aquaculture. 230: 169 – 180.
- Ross, A. 1988. Controlling Nature's Predators on Fish Farms. Ross-on-Wye: Marine Conservation Society; 96pp.
- SalmonChile. 2002. Acuerdo de Producción Limpia, Sector Productores de Salmón y Trucha. 30pp.

- SalmonChile. 2004a. Estadísticas de producción nacional. [En línea]: Publicado 1 enero 2004. [Consulta: Noviembre 2004]. Disponible en <http://www.salmonchile.cl/publico/images-shop/T1-Exportacion%20Chile%20Total%201991-2003%20aa.xls>
- SalmonChile. 2004b. La industria del salmón. [En línea]: [Consulta: Marzo 2005]. Disponible en <http://www.salmonchile.cl/>
- Scottish Salmon Growers Association. 1990. Salmon farming and predatory wildlife. A code of practice. Perth, Scotland. 33 pp.
- Sepúlveda, M & D. Oliva. *en prensa*. Interaction between South American sea lions *Otaria flavescens* and salmon farms in southern Chile. Aquaculture Research.
- Sepúlveda M, D. Oliva & F. Palma. 2001. Daily and annual circarhythms activity in the South American sea lion *Otaria flavescens* (Carnivora:Otariidae) at the central zone of Chile. Revista de Biología marina y Oceanografía, 36(2): 181-187.
- Sepúlveda M, 1998. Circaritmos de actividad del lobo marino común *Otaria flavescens* (Carnívora:Otoriidae), y su relación con la Salmonicultura en la Décima Región, Chile. Tesis de Licenciatura en Biología Marina. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso Chile. 132pp.
- Sernapesca. 1998a. Anuario Estadístico de pesca 1997, 307 pp.

- Sernapesca. 1998b. Evaluación de impacto económico de la interacción del lobo marino común con las actividades pesqueras de la X y XI Regiones. Comisión de Mamíferos marinos, Consejo Zonal de Pesca. IV Zona. 22 pp.
- Sielfeld W. 1983. Mamíferos Marinos de Chile, (ed) Universidad de Chile, Santiago. 199 pp.
- Soto D., A. Guerrero, C. Moreno, C. Molinet, C. Godoy, E. Niklischeck, E. Aedo & Avila X. (1997) Evaluación de salmónidos de vida silvestre existentes en las aguas interiores de las Regiones X y XI. Informe final proyecto FIP N° 95-31, Valparaíso, Chile.
- Szteren D. & E. Páez. 2002. Predation by southern sea lions (*Otaria flavescens*) on artisanal fishing catches in Uruguay. Marine and Freshwater Research 53: 1161-1167.
- Subpesca. 1996. Medidas de administración Actualizadas al 6 de diciembre de 1996. División jurídica. 71 pp.
- Subpesca. 2004. Informe Consolidado 2003. 18 pp.
- Techno Press. 1998. Compendio de la Acuicultura de Chile. (ed) Antártica, Santiago. 260 pp.
- Techno Press. 2003. La Acuicultura en Chile. 335 pp.
- Tillapaugh, D. 1991. Evaluation of Anti-Predator Strategies on Salmon Farms. Proceedings from Workshop on Predation on Salmon Farms, Campbell River, BC.

- Thompson, D., C.D. Duck, B.J. McConell & J. Garrett. (1998) Foraging behaviour and diet of lactating female southern sea lions (*Otaria flavescens*) in the Falkand Islands. *Journal of Zoology* 246, 135-14.
  
- Wursing, B & Glenn, A. 2002. Marine Mammals and Aquaculture: Conflicts and potencial. Department of marine biology, Texas A&M University at Galveston. 15 pp.

# **ANEXO 1**

**Encuesta aplicada en los centros de cultivo de salmónidos**

# FORMULARIO ENCUESTA SALMONICULTURA

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Empresa \_\_\_\_\_  
Nombre Centro de Cultivo \_\_\_\_\_  
Comuna \_\_\_\_\_  
Ubicación geográfica \_\_\_\_\_

## 2. ANTECEDENTES DEL CULTIVO

	S.coho	S.del Atlántico	Trucha arcoiris	Otra
Especies cultivadas (marcar X)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producción anual (toneladas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº balsas jaulas (por especie)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Cuadrada	Circular	Octogonal	Otra
Tipo de balsa jaula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dimensiones de las balsas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº de trabajadores	_____			

## 3. MORTALIDAD POR ATAQUE DE LOBOS MARINOS

Grado de Mortalidad	Inexistente	Mínima	Seria
Mínima = (<5% de mortalidad por otras causas) Seria = (>5% de mortalidad por otras causas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ATAQUES

Preferencia por especie (especificar) \_\_\_\_\_  
Estación del año de más ataques \_\_\_\_\_  
Horario de mayor cantidad de ataques \_\_\_\_\_  
Tamaño principal de peces atacados \_\_\_\_\_

## 5. SISTEMAS DE PROTECCION

	Sist.Sonidos	Redes loberas	Sist.Visuales	Otro (especificar)
Sistemas utilizados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**6. REDES LOBERAS**

Tipo de red \_\_\_\_\_  
Separación de las balsas (m) Lados \_\_\_\_\_ Debajo \_\_\_\_\_ Sobre \_\_\_\_\_  
Tamaño malla (unidad de medida) \_\_\_\_\_  
Duración de cada postura (meses) \_\_\_\_\_  
Impregnación SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
Tiempo ocupado cambio redes (días/año) \_\_\_\_\_  
Tipo de hilo utilizado \_\_\_\_\_

**7. OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN**

	Inversión por unidad	Nº unidades	Nº recambios
Sistema sonido	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sistema visual	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Otro (especificar)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**8. EFICACIA DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION EN LA REDUCCION DE ATAQUES**

	Ineficaz	Medianamente eficaz	Eficaz
Redes loberas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sistema sonido	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sistema visual	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Otro (especificar)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**OBSERVACIONES**

---

---

---

---

---

---

---

Nombre entrevistado: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_