



FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS
VETERINARIAS Y PECUARIAS



INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL SALMON

RIESGOS DE INTRODUCCIÓN DE ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS EN SALMONIDOS

PROYECTO FIP 2001-08

INFORME FINAL

JUNIO 2003

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS	I
INDICE DE TABLAS	V
INDICE DE FIGURAS	V
INDICE DE GRAFICOS	VII
AGRADECIMIENTOS	VIII
RESUMEN EJECUTIVO	1
OBJETIVO GENERAL:	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS:	3
ANTECEDENTES	4
LA INDUSTRIA SALMONICULTORA EN CHILE	4
<i>Crecimiento y aporte al desarrollo regional</i>	<i>4</i>
<i>Exportaciones en la temporada 2000-2001</i>	<i>4</i>
<i>Importación de ovas</i>	<i>6</i>
<i>Proyección de desarrollo de la industria y desafío sanitario</i>	<i>7</i>
<i>Las ovas y la sanidad</i>	<i>7</i>
<i>Necesidad de re-estudiar la política de importación de ovas</i>	<i>8</i>
<i>Rol de Estado en la prevención y control de enfermedades en los salmónidos</i>	<i>10</i>
ENFERMEDADES DE SALMONIDOS QUE PUEDEN SER TRANSMITIDAS POR OVAS	12
ENFERMEDADES DE NOTIFICACION OBLIGATORIA ANTE LA OIE	12
<i>Rhabdovirus: IHN y VHS</i>	<i>12</i>
<i>Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHN)</i>	<i>12</i>
<i>Septicemia Viral Hemorrágica (VHS)</i>	<i>16</i>
<i>Herpesvirus: Oncorhynchus Masou Virus (OMV)</i>	<i>19</i>
<i>Necrosis Hematopoyética Epizootica (EHN)</i>	<i>20</i>
OTRAS ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA PARA LA OIE	21
<i>Aeromonas Salmonicida</i>	<i>21</i>
<i>Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD)</i>	<i>23</i>
<i>Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN):</i>	<i>25</i>

<i>Piscirickettsiosis</i>	27
<i>Anemia Infecciosa del Salmón (ISA)</i>	29
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION	32
ANTECEDENTES	32
SIGNIFICANCIA DE LA IMPORTACION DE OVAS	32
EVALUACION DE RIESGOS DE ENFERMEDADES EN SALMONIDOS PRODUCTO DE LA IMPORTACION DE OVAS	34
INTRODUCCION	34
<i>Evaluación cualitativa de riesgo</i>	36
METODOLOGIA EVALUACION DE RIESGOS.....	38
<i>ETAPA 1: Identificación del proceso de importación de ovas</i>	38
ETAPA 2: EVALUACIÓN CUALITATIVA	42
<i>ETAPA 3: Evaluación Semicuantitativa</i>	46
<i>Estimación de las consecuencias</i>	46
CARACTERISTICAS DEL MODELO GENERAL	49
<i>Eventos a considerar en el país de origen:</i>	51
<i>Eventos a considerar en el país de destino</i>	54
<i>Probabilidades calculadas</i>	56
<i>Inputs del modelo</i>	57
<i>Simulación en @RISK</i>	58
<i>Estimación de Consecuencias</i>	60
<i>Estimación Definitiva del Riesgo</i>	61
RESULTADOS	62
SIGNIFICANCIA DE LA IMPORTACION DE OVAS	62
<i>Importación de ovas de salmónidos</i>	62
<i>Producción de Ovas</i>	66
<i>Producción versus importación de ovas</i>	70
<i>Modelo de Producción de Carne de Salmón y Trucha</i>	72
RESULTADOS DE LA EVALUACION DE RIESGOS	82
ANTECEDENTES DE LA PRODUCCION E IMPORTACION DE OVAS EN CHILE.....	82
<i>Situación sanitaria en Chile</i>	84
<i>Flujo del proceso de importación de ovas</i>	87
<i>Países exportadores de ovas a Chile</i>	89
METODO DELPHI	91
<i>País de Origen</i>	91

<i>Transporte País de origen- Chile</i>	93
METODO ANALISIS JERARQUICO (AHP)	94
Estructura Jerarquica: Imprtancia relativa de los criterios	94
<i>Sobre la evaluación de riesgos por entidad país-enfermedad</i>	95
Probabilidades de Difusión y Exposición	95
Consecuencias del Establecimiento de la Enfermedad	96
<i>Magnitud del Riesgo</i>	97
MEDICION DE RIESGO SEMI-CUANTITATIVA	100
<i>Modelo IPN Escocia</i>	100
Análisis de Sensibilidad.....	102
Estimación de Consecuencias.....	103
<i>Magnitud del Riesgo</i>	104
<i>Modelo ISA Escocia</i>	105
Análisis de Sensibilidad.....	107
Estimación de Consecuencias.....	108
Magnitud del Riesgo.....	109
Modelo ISA Noruega.....	110
Análisis de Sensibilidad.....	112
Estimación de Consecuencias.....	113
Magnitud del Riesgo.....	114
RIESGO Y AJUSTE POR IMPORTACION REAL DE OVAS	116
<i>Modelo IPN-Escocia</i>	116
<i>Modelo ISA-Escocia</i>	117
<i>Modelo ISA-Noruega</i>	118
DISCUSION	121
SIGNIFICANCIA DE LA IMPORTACION DE OVAS	121
EVALUACION DE RIESGOS.....	124
<i>Metodología Delphi</i>	124
<i>Metodología AHP: Evaluación de riesgos</i>	125
<i>Modelo de riesgo semi-cuantitativo</i>	128
MITIGACION DE RIESGOS DE ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS EN LA	
INDUSTRIA SALMONICULTORA	135
MEDIDAS DE MITIGACION IDENTIFICADAS EN EL PANEL DELPHI	135
MEDIDAS DE MITIGACION: MODELO SEMICUANTITATIVO.....	138
<i>Reducción de la probabilidad de Exposición</i>	138
<i>Reducción de la probabilidad de Difusión</i>	139
RECOMENDACIONES PARA LA INDUSTRIA SALMONICULTORA	140

<i>Sistema de Alerta temprana</i>	141
<i>Medidas de prevención de la introducción de patógenos</i>	141
<i>Vigilancia Epidemiológica</i>	142
<i>Respuesta oportuna y efectiva: Planes de Contingencia</i>	143
<i>Bioseguridad de la Industria Salmonicultora</i>	144
<i>Presencia de patógenos en peces silvestres</i>	145
<i>Manejo de desechos en plantas procesadoras de salmones</i>	145
<i>Manejo de productos biológicos en laboratorios</i>	146
<i>Comercio Internacional</i>	146
<i>Análisis de riesgos</i>	147
<i>Zonificación</i>	148
DIFUSION DE RESULTADOS DEL PROYECTO FIP 2001-08	150
CONCLUSIONES	151
BIBLIOGRAFIA	154

INDICE DE TABLAS

TABLA N°1: EXPORTACIONES CHILENAS DE SALMÓN Y TRUCHA. PERÍODO 1996-2001 (MILES USD FOB).	5
TABLA N°2: EXPORTACIONES CHILENAS DE SALMÓN Y TRUCHA. PERÍODO 1996-2001.....	5
TABLA N°3: CARACTERÍSTICAS DE LAS ENFERMEDADES EN ESPECIES SALMONÍDEAS	30
TABLA N°4 EJEMPLO DE MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO.	48
TABLA N°5: ESCALA CUALITATIVA Y PROBABILIDADES	59
TABLA N°6: MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DISFUSIÓN Y PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN	59
TABLA N°7: ESCALA DE CONSECUENCIAS.....	60
TABLA N°9: MATRIZ DE PROBABILIDADES Y CONSECUENCIAS (RIESGO).....	61
TABLA N°10: IMPORTACIÓN OVAS OJO POR MES PERÍODO 1997-2001 (UNIDADES).....	64
TABLA N°11: IMPORTACIÓN DE OVAS OJO POR ESPECIE PERÍODO 1999-2001 (UNIDADES).	64
TABLA N°12: IMPORTACIÓN MENSUAL DE OVAS OJO POR ESPECIE AÑO 1999 (UNIDADES).	65
TABLA N°13: IMPORTACIÓN MENSUAL DE OVAS OJO POR ESPECIE AÑO 2000 (UNIDADES).	65
TABLA N°14: IMPORTACIÓN MENSUAL DE OVAS OJO POR ESPECIE AÑO 2001 (UNIDADES).	66
TABLA N°15: PRODUCCIÓN OVAS OJO POR ESPECIE, AÑOS 1999-2001	68
TABLA N°16: PRODUCCIÓN MENSUAL DE OVAS-OJO EN LA INDUSTRIA.....	68
SALMONICULTORA CHILENA AÑOS 1999 Y 2001 (UNIDADES).....	68
TABLA N°17: PRODUCCIÓN MENSUAL DE OVAS OJO, AÑO 2000 (UNIDADES).....	69
TABLA N°18: PRODUCCIÓN MENSUAL DE OVAS OJO, AÑO 2001 (UNIDADES).....	70
TABLA N°19: OVAS CON OJO NACIONALES E IMPORTADAS POR ESPECIE UTILIZADAS EN EL AÑO 1999 POR LA INDUSTRIA SALMONICULTORA CHILENA.....	71
TABLA N°20: OVAS CON OJO NACIONALES E IMPORTADAS POR ESPECIE UTILIZADAS EN EL 2000.....	71
TABLA N°21: OVAS CON OJO NACIONALES E IMPORTADAS POR ESPECIE EN EL AÑO 2001	72
TABLA N°22: DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES DE PRODUCTIVIDAD, AÑO 2001.....	73
TABLA N°23: MESES DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SMOLTS DE SALMÓN DEL ATLÁNTICO GENERADOS PARTIR DE OVAS NACIONALES E IMPORTADAS	74
TABLA N°24: PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE “SMOLTS” DE TRUCHA GENERADOS A PARTIR DE OVAS NACIONALES E IMPORTADAS	74
TABLA N°25: PRODUCCIÓN MENSUAL DE CARNE DE SALMÓN DEL ATLÁNTICO GENERADA POR SMOLTS DE ORIGEN NACIONAL E IMPORTADO	75
TABLA N°26: PRODUCCIÓN MENSUAL Y DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA CARNE DE TRUCHA GENERADA POR SMOLTS DE ORIGEN NACIONAL E IMPORTADO.....	76
TABLA N°27: ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN DE OVAS Y NIVEL DE EXPORTACIONES.....	80
TABLA N°28: SITUACIÓN SANITARIA DE LOS PAÍSES EXPORTADORES DE OVAS.....	89
TABLA N°29: RIESGO, PROBABILIDAD Y CONSECUENCIA DE CADA ENTIDAD PAÍS-ENFERMEDAD.....	97
TABLA N°30: PROBABILIDADES DEL MODELO IPN-ESCOCIA	101
TABLA N°31: PROBABILIDADES DEL MODELO IPN-ESCOCIA	102

TABLA N°32: FACTORES ECONOMICOS Y CONSECUENCIAS IPN ESCOCIA.....	103
TABLA N°33: ESCALA DE PUNTAJE Y DE CONSECUENCIAS IPN-ESCOCIA.....	104
TABLA N°34: ESCALA DE PUNTAJE Y DE CONSECUENCIAS IPN-ESCOCIA	104
TABLA N°35: PROBABILIDADES DEL MODELO ISA-ESCOCIA	106
TABLA N°36: PROBABILIDADES DEL MODELO ISA-ESCOCIA (INTERVALO DE CONFIANZA).....	107
TABLA N°37: FACTORES ECONOMICOS Y CONSECUENCIAS ISA-ESCOCIA	108
TABLA N°38: ESCALA DE PUNTAJE Y DE CONSECUENCIAS ISA-ESCOCIA.....	109
TABLA N°39: ESCALA DE PUNTAJE Y DE CONSECUENCIAS ISA-ESCOCIA	109
TABLA N°40: PROBABILIDADES DEL MODELO ISA-NORUEGA	111
TABLA N°41: PROBABILIDADES DEL MODELO ISA-NORUEGA (INTERVALO DE CONFIANZA).....	112
TABLA N°42: FACTORES ECONOMICOS Y CONSECUENCIAS ISA-NORUEGA	113
TABLA N°43: ESCALA DE PUNTAJE Y DE CONSECUENCIAS ISA-NORUEGA.....	114
TABLA N°44: ESCALA DE PUNTAJE Y DE CONSECUENCIAS ISA-ESCOCIA	114
TABLA N°45 : IMPORTACIONES DE OVAS DESDE ESCOCIA EN EL PERÍODO 1998-2000.....	116
TABLA N°46: PROBABILIDAD DE QUE AL MENOS UNA PARTIDA DE UN MILLÓN DE OVAS IMPORTADA DESDE ESCOCIA ENTRE LOS AÑOS 1998 Y 2000 HAYA LLEGADO INFECTADA AL PAÍS (EXPOSICIÓN) O QUE AL MENOS UNA PARTIDA HAYA PROVOCADO LA DIFUSIÓN AL INTERIOR DEL TERRITORIO NACIONAL DE IPN.	117
TABLA N°47: PROBABILIDAD DE QUE AL MENOS UNA PARTIDA DE UN MILLÓN DE OVAS IMPORTADA DESDE ESCOCIA ENTRE LOS AÑOS 1998 Y 2000 HAYA LLEGADO INFECTADA AL PAÍS (EXPOSICIÓN) O QUE AL MENOS UNA PARTIDA HAYA PROVOCADO LA DIFUSIÓN AL INTERIOR DEL TERRITORIO NACIONAL DE ISA.	118
TABLA N°48: IMPORTACIONES DE OVAS DESDE NORUEGA PERÍODO 1998-2000	119
TABLA N°49: PROBABILIDAD DE QUE AL MENOS UNA PARTIDA DE UN MILLÓN DE OVAS IMPORTADA DESDE NORUEGA ENTRE LOS AÑOS 1998 Y 2000 HAYA LLEGADO INFECTADA AL PAÍS (EXPOSICIÓN) O QUE AL MENOS UNA PARTIDA HAYA PROVOCADO LA DIFUSIÓN AL INTERIOR DEL TERRITORIO NACIONAL DE LA ANEMIA INFECCIOSA DEL SALMÓN (ISA).....	119

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1: FASES DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE RIESGO	34
FIGURA N°2: ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE 4 NIVELES.	42
FIGURA N°3: DIAGRAMA DE EVENTOS RESUMIDO.	53
FIGURA N°4 : ESTRUCTURA JERÁRQUICA CON LOS PESOS RELATIVOS DE LOS CRITERIOS	94
FIGURA N°5: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN IPN-ESCOCIA	102
FIGURA N°6: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA PROBABILIDAD DE DISEMINACIÓN IPN-ESCOCIA.....	103
FIGURA N°7: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN ISA-ESCOCIA	107
FIGURA N°8: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN ISA-ESCOCIA	108
FIGURA N°9: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN ISA-NORUEGA	112
FIGURA N°10: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA PROBABILIDAD DE DIFUSIÓN ISA-NORUEGA	113

INDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO 1: OVAS IMPORTADAS POR LA INDUSTRIA SALMONICULTORA CHILENA, PERÍODO 1995-2001 (MILES DE OVAS)	63
GRÁFICO 2: PRODUCCIÓN OVAS OJO EMPRESAS ENCUESTADAS, 1999-2000 (MILES DE OVAS).....	67
GRÁFICO 3: CARNE DE SALMÓN DEL ATLÁNTICO GENERADA POR OVAS DE ORIGEN NACIONAL (2000 Y 2001) Y CICLO IMPORTADO (2000-2001)	77
GRÁFICO 4: CARNE DE SALMÓN DEL ATLÁNTICO GENERADA POR OVAS DE ORIGEN NACIONAL (2000 Y 2001) Y CICLO IMPORTADO PERO “NORMAL HISTÓRICO”	78
GRÁFICO 5: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA CARNE DE TRUCHA GENERADA POR OVAS DE ORIGEN NACIONAL (2000 Y 2001) Y CICLO IMPORTADO (2000-2001).....	79
GRÁFICO 6: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA CARNE DE TRUCHA GENERADA POR OVAS DE ORIGEN NACIONAL (2000 Y 2001) Y CICLO IMPORTADO “NORMAL HISTÓRICO”	80
GRÁFICO 7: IMPORTACIONES DE OVAS DE SALMÓNIDOS POR ESPECIE. PERÍODO 1984-2000.....	82
GRÁFICO 8: IMPORTACIONES DE OVAS DE SALMÓNIDOS POR PAÍS. PERÍODO 1998-2000	84
GRÁFICO 9: PROPORCIÓN DE DIAGNÓSTICOS DE BKD, IPN Y SRS POR ESPECIE	85
GRÁFICO N°10: RANKING SEGÚN PROBABILIDADES.....	96
GRÁFICO N°11: RANKING SEGÚN CONSECUENCIAS	96
GRÁFICO N°12: MAGNITUD DEL RIESGO	97
GRÁFICO N°13: ESCALA DE RIESGO, MODELO AHP	98
GRÁFICO N°14: ESCALA DE RIESGO PAÍS-ENFERMEDAD	98
GRÁFICO N°15: PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN MODELO IPN-ESCOCIA	100
GRÁFICO N°16: PROBABILIDAD DE DIFUSIÓN MODELO IPN-ESCOCIA	101
GRÁFICO N°17: PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN MODELO ISA-ESCOCIA	105
GRÁFICO N°18: PROBABILIDAD DE DIFUSIÓN MODELO ISA-ESCOCIA	106
GRÁFICO N°19: PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN MODELO ISA-NORUEGA	110
GRÁFICO N°20: PROBABILIDAD DE DIFUSIÓN MODELO ISA-NORUEGA	111

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue el primer análisis de riesgo desarrollado sistemáticamente en el país para un conjunto de enfermedades de animales acuáticos que puedan ingresar a través de la importación de ovas.

Este esfuerzo en conjunto entre el equipo de investigación de la Universidad de Chile, los expertos del Servicio Nacional de Pesca, de la industria salmonera y de las Universidades e Institutos de Investigación que colaboraron activamente en las diferentes etapas del proyecto FIP 2001-08.

Agradecemos especialmente al Fondo de Investigación Pesquera entidad de la Subsecretaría de Pesca por haber financiado este proyecto. Creemos que este trabajo de investigación ha cumplido cabalmente con los objetivos propuestos y esperamos que cumpla con ser una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el ámbito de la salud de las especies acuáticas.

Finalmente queremos agradecer los comentarios oportunos y significativos del evaluador externo de este proyecto de investigación. Sus aportes ayudaron a mejorar los resultados y conclusiones obtenidos en este trabajo de investigación.

Agradecemos a las siguientes personas e instituciones por su valiosa participación en las actividades del proyecto:

Dra. Alejandra Alvarez H. Sernapesca

Dr. José Miguel Burgos, Sernapesca

Dr. Marcelo Casali, Sernapesca

Dr. Marcos Flores, Congelados del Pacífico

Dr. Oscar Garay, Fjord

Dr. Ulises Jara, AquaChile

Sr. Miguel Jarpa, Fjord

Dra. Geraldine Larrouquette, Marine Harvest

Dr. Juan Pablo Lopez, Stolt

Dra. Diana Macías, Intesal

Sr. Enrique Madrid, Biovac

Dra. Mónica Rojas N. Sernapesca

Dra. Elena Orellana, Sernapesca

Sr. Daniel Nieto, Marine Harvest

Sr. Tomás Poulous, Quetro

Miembros del equipo de investigación:

Dr. Julio Pinto: Director Proyecto FIP 2001-08

Dr. José Herrera, Universidad de Chile

Dr. Francisco Zagmutt, Universidad de Chile

Dr. Santiago Urcelay, Universidad de Chile

Dr. Gustavo Sotomayor

Dr. Daniel Maretto, Universidad de Chile

Dr. Jorge Cassigoli, Intesal

Dr. Mario Maino, Universidad de Chile

Sr. Guido Contreras

Sr. Gabriel Contreras

Sr. Pablo Espinoza, Universidad de Chile

RESUMEN EJECUTIVO

La industria salmonicultora ha tenido un gran crecimiento en los últimos años. Para apoyar este crecimiento exponencial, la industria salmonicultora en Chile ha importado ovas embrionadas de diferentes países del mundo. Debido a la gran cantidad y origen de esas ovas embrionadas los riesgos de importar enfermedades que puedan transmitirse vía ovas deben ser considerados en el momento de autorizar importaciones

Chile continua importando ovas para su producción, por lo tanto, es importante evaluar los riesgos de estas importaciones con el propósito de tomar las medidas de mitigación adecuadas para alcanzar a un nivel de riesgo aceptable.

Una evaluación de riesgos de entrada y diseminación de enfermedades a través de la importación de ovas es presentado. Bajo los principios generales del análisis de riesgo se estableció una metodología, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Se identificaron peligros como ISA e IPN que podrían transmitirse en las ovas, las posibles vías en que están podrían ingresar a Chile, su difusión y establecimiento.

En cuanto a la dependencia de la importación de ovas en la industria salmonicultora se puede concluir que la producción de ovas nacionales se incremento en el período 1994-2000 lo cual permite una mayor independencia de las ovas importadas, las cuales han sostenido principalmente el notable crecimiento de la producción. Sin embargo, a contar del año 2000 las importaciones se redujeron en un 35%.

Una identificación de los procesos más relevantes en el proceso de importación de ovas fueron identificados y analizados en función de los peligros que pueden ser transferidos en cada etapa. La fase selección de los reproductores en el país de origen, la efectividad de la desinfección de las ovas en el transporte, la aplicación de técnicas diagnósticas para la detección de portadores sanos son algunos de los puntos identificados como críticos por los expertos consultados. La evaluación de riesgo considero la aplicación de un modelo semicuantitativo en conjunto con una evaluación cualitativa que nos permitiera determinar la magnitud del riesgo de una importación específica de ovas en un tiempo definido.

Los resultados de la evaluación cualitativa indicaron que en orden de mayor a menor riesgo las combinaciones de país enfermedad fueron Dinamarca-VHS, Irlanda-VHS, Escocia-ISA, Escocia-IPN, Dinamarca-IPN, Irlanda-SRS, Escocia-BKD y Dinamarca-BKD. Este concepto de riesgo que pondera probabilidad e impacto representa la ventaja de combinar la probabilidad de difusión y establecimiento junto al impacto económico o ambiental de una potencial introducción del agente. Se recomienda que esta metodología pueda ser aplicado a la clasificación de las enfermedades de animales acuáticos

El modelo semi-cuantitativo de riesgo evaluo las probabilidades de introducción y establecimiento de ISA desde Noruega y Escocia e IPN desde Escocia considerando la importación específica de una partida de ovas en un período específico de tiempo (un millón de ovas). Para todos los modelos las probabilidades de Difusión y Exposición junto a las consecuencias fueron determinadas y un ajuste de la magnitud de riesgo fue desarrollado para corregir de acuerdo al número real de ovas importadas en el período 1998-2000.

Considerando la ausencia de información en varios de los inputs necesarios para los modelos IPN-Escocia, ISA-Escocia e ISA-Noruega, planteados en la evaluación de riesgo semi-cuantitativa y por consiguiente su nivel de incertidumbre, se recurrió a la consulta de expertos, lo que facilito la comprensión y validación del flujo de eventos que podrían explicar la transferencia del peligro desde su fuente de origen hasta el destino final.

Los resultados del proyecto de investigación indican que la evaluación de riesgos es un proceso que debe incorporar las probabilidades de difusión, exposición y las consecuencias de las enfermedades de salmónidos. Las probabilidades en general para ambos modelos se movieron en un rango de baja a muy bajas considerando la importación de una partida de un millón de ovas. Las medidas de mitigación incluyen aspectos de bioseguridad, pruebas diagnósticas, screening de reproductores, triangulación de ovas y sistemas de cuarentena efectivos.

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el riesgo de la introducción, diseminación y colonización de enfermedades infectocontagiosas de salmónidos, a través de la importación de ovas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Establecer la significancia de la importación de ovas de salmónidos en el desarrollo de la actividad acuicultura nacional.
- Dimensionar los riesgos epidemiológicos y económicos de la importación de las ovas de salmónidos.
- Diseñar una metodología de evaluación de riesgos de la introducción de enfermedades infectocontagiosas a través de ovas de salmónidos.
- Cuantificar el riesgo de introducción de ovas de salmónidos en relación a las enfermedades infectocontagiosas.
- Proponer un programa de medidas de mitigación de riesgos ante la eventual introducción de enfermedades.
- Proponer mecanismos de divulgación de los resultados de la evaluación de riesgos y sus posteriores monitoreos.

ANTECEDENTES

LA INDUSTRIA SALMONICULTORA EN CHILE

Crecimiento y aporte al desarrollo regional

El desarrollo de la salmonicultura chilena no tiene precedente en el mundo, por su rápido desarrollo y notable dinamismo. En alrededor de una década y media logró representar el 5,1 por ciento del total de las exportaciones chilenas, con un ritmo de crecimiento anual de entre un 25 y 30 por ciento.

Desde principios de la década de los 90 hasta la fecha, la industria pasó de exportar 265 millones de dólares a más de 900 millones, con aumentos de hasta el 50 por ciento en productos de valor agregado.

Tras esta expansión, la salmonicultura inició una fase nueva de ajuste interno, propio de una mayor madurez. Es probable que en el futuro se moderen sus ritmos de crecimiento, pero el sector espera llegar a vender al exterior US\$ 2.500 millones en el año 2010.

Uno de los aspectos más importantes de la industria es el enorme progreso social y económico que ha significado para el país y, sobre todo para las regiones Décima y Undécima. En el pasado fueron zonas marginadas, sin embargo, hoy se transformaron en importantes polos de desarrollo siendo la pesca uno de los sectores más dinámicos de las economías regionales de la X y XI región.

Exportaciones en la temporada 2000-2001

De acuerdo con las cifras de la Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile A.G., las exportaciones chilenas de salmónidos alcanzaron el año 2001 US \$964 y el año 2000, US\$ 973 millones. Este monto es aproximadamente un 17% superior al de similar período del año 1999 (US\$ 817 millones).

Tabla N°1: Exportaciones chilenas de Salmón y Trucha. Período 1996-2001 (miles de dólares FOB).

ESPECIES	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Salmón del Atlántico	243.096	298.022	340.349	349.707	492.054	525.253
Salmón Coho	151.438	189.464	169.868	279.713	263.002	230.444
Salmón Rey	543	2.148	307	108	181	84
Salmón s/e	1.025	672	116	398	3.367	930
Truchas	142.200	178.165	202.931	187.882	214.636	207.597
TOTAL	538.302	668.471	713.572	817.808	973.240	964.308

Fuente: Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile (A.G)

Aproximadamente un 50 % de las ventas, que equivalen a US\$ 435 millones van destinadas a Japón en el año 2001 (Tabla 2). El segundo mercado de destino durante el período 1996-2001 fue Estados Unidos con un 37% de los retornos. En tercer lugar se encuentra la Unión Europea, con un 6 % de los envíos en el período 1996-2001. América Latina también mostró un incremento en el año 2000 con respecto al año 1999 (18%), alcanzando exportaciones por US\$ 28 millones, con una participación de mercado del 3%.

Las exportaciones totales acumuladas de salmónidos en la temporada 2000 alcanzaron las 206 toneladas . Este volumen es superior en un 31% a los envíos efectuados en la temporada 1999.

Tabla N°2: Exportaciones Chilenas de Salmón y Trucha. Período 1996-2001 (miles de dólares FOB)

PAÍSES	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Japón	295.185	365.745	337.288	471.175	476.879	435.300
Estados Unidos	177.315	214.156	270.036	258.572	357.814	363.600
Unión Europea	31.063	36.607	44.633	34.366	56.954	SI
América Latina	25.947	37.410	47.022	38.880	53.059	SI
Otros mercados	8.792	14.552	14.593	14.813	28.534	SI
TOTAL	538.302	668.471	713.572	817.808	973.240	964.000

Fuente: Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile (A.G)

Datos de la Asociación de productores de Salmón y Trucha indican que en el año 2001, éstas alcanzaron los US 964 millones en comparación con los 973 millones del año 2000, sin embargo la industria registró un aumento del volumen exportado en un 46%. En el año 2001 se enviaron 300.304 t de salmón y trucha comparados con los 206.254 t en el año 2000.

Esta situación ha generado junto a la caída de los precios internacionales un escenario de alta incertidumbre en la producción de salmón y trucha lo que espera revertirse con una regulación de la producción nacional que eviten un aumento del stock mundial por sobre la demanda internacional.

Importación de ovas

Las altas tasas de crecimiento de la producción de salmónidos en el tiempo ha requerido un elevado número de ovas a producir anualmente, en las cuales, las ovas importadas han jugado un importante rol para la producción de peces.

La cifra total de ovas llegadas al país para sustentar el crecimiento de la industria supera los 1.150 millones de unidades de gametos embrionados (ovas con ojo), en el período 1984 al 2000, habiendo alcanzado gran relevancia los últimos 7 años, en los cuales las cantidades de ovas con ojo fueron cercanas a los 100 millones de unidades en cada año calendario.

A partir del año 2000 se ha observado una disminución de las importaciones de ovas debido a factores como la nueva reglamentación sanitaria, los costos, la producción propia, la mayor productividad de ovas de salmón coho nacional y la aplicación de nuevas tecnologías como el enfriamiento que permite mantener ovas para la producción durante todo el año. La tendencia en el año 2001 se importaron cerca de 34 millones ovas comparados con los 114 millones del año 2000.

Proyección de desarrollo de la industria y desafío sanitario

La industria salmonicultora seguirá en expansión de acuerdo a cifras proporcionadas por la Asociación de Productores de Salmón en su informe Chile 2010. Los niveles de producción que alcanzará este sector, obligarán a trabajar con los más altos estándares sanitarios y máxima productividad, dentro de las estrategias para seguir siendo competitivos en los mercados internacionales. Se continúa haciendo esfuerzos para disminuir costos de producción, dentro de lo que destaca reducir al máximo el impacto de las enfermedades de los peces, que producen pérdidas por menores crecimientos, pérdida de la eficiencia productiva y por mortalidad de individuos en todas las etapas del ciclo productivo.

Estimaciones establecidas por especialistas en el tema indicaban pérdidas económicas por enfermedades de salmónidos cercanas a los US\$ 100 millones por el impacto causado por diversos agentes patógenos.

El Estado por medio de sus organismos especializados, a través de la Subsecretaría de Pesca y el organismo técnico sanitario en Sernapesca, así como la industria salmonicultora ha desarrollado un conjunto de iniciativas con el objetivo de mantener y mejorar la condición sanitaria.

El estado ha publicado en Octubre del 2001, el nuevo reglamento sanitario, como una forma de consolidar una serie de iniciativas en el ámbito de los sistemas cuarentenarios, de vigilancia y de control de enfermedades.

Las ovas y la sanidad

Obviamente, en las estrategias de control y manejo sanitario no pueden quedar excluidas las ovas, toda vez que éstas pueden actuar como vectores de enfermedades.

La industria salmonicultora ha sido dependiente de la importación de ovas desde sus inicios y particularmente para las especies Trucha Arcoiris y Salmón del Atlántico.

En términos porcentuales actualmente el 51.8% de total de requerimientos de ovas por parte de la industria salmonera es de origen externo y el 48.2 % es de origen nacional. De hecho, en la actualidad el mercado importador se ha concentrado en dos especies: la Trucha Arcoiris con alrededor del 55% y el Salmón Atlántico con cerca del 44% restante.

Esta importación de ovas permitió iniciar la actividad salmonicultora en Chile a gran escala y además presenta una ventaja adicional desde un punto de vista productivo. El ciclo reproductivo en el hemisferio norte se inicia en octubre quedando las ovas listas para ser enviadas a Chile a partir de diciembre, mes en que se aprovechan las altas temperaturas del verano las aguas lográndose un rápido crecimiento.

A pesar de los beneficios innegables que ha aportado el proceso de importación de ovas es también cierto que este presenta una serie de desventajas que son evidentes desde varias perspectivas. Ejemplo de lo anterior son: la eventual inestabilidad de la oferta, el riesgo de introducción de enfermedades de alto impacto y el retraso en la conformación de stocks de reproductores nacionales genéticamente seleccionados.

Estimaciones para el caso de la industria salmonera, de pérdidas por concepto de enfermedades bacterianas para la temporada 1991-1992 que indican niveles de mortalidades que alcanzaron al 42,5%, representando su proyección a producto final y valor de mercado, equivalente a US\$ 134 millones. Otros estudios realizados por la Asociación de Productores de Salmones y Truchas A.G. y el Instituto de Fomento Pesquero, estimaron para la temporada 1994-1995 las pérdidas en US\$ 103 millones, solamente atribuibles a mortalidades por diversas causas en las diferentes especies salmonídeas.

Necesidad de re-estudiar la política de importación de ovas

Bajo el mandato de la Organización Mundial de Comercio (OMC), se declara que los requerimientos sanitarios debieran estar basados en estándares y recomendaciones internacionales realizadas por la Oficina Internacional de Epizootias (OIE), que es la Organización Mundial para la Salud Animal. Así, las medidas y recomendaciones de la OIE debieran proveer la base para regulaciones respetando el comercio internacional. Sin

embargo, cualquier país puede introducir condiciones sanitarias a la importación, cuando se provee un nivel más alto de protección sanitaria, que se logra por la aplicación de estándares de la OIE, a través de una justificación científica (sobre la base de evaluación de riesgos).

El principio fundamental es que la certificación sanitaria debiera facilitar el intercambio comercial y no ser utilizado para establecer restricciones sanitarias, algunas veces injustificadas. Los estándares de la OIE aplicables al intercambio internacional de animales acuáticos, descansan en el Código Sanitario Internacional y Manual de Diagnóstico para Enfermedades de Animales Acuáticos, los cuales proveen una aproximación uniforme para el control sanitario de poblaciones acuáticas y para la detección de los patógenos listados utilizando métodos estandarizados para el diagnóstico de enfermedades de importancia.

En este código, los certificados sanitarios son un requisito previo para controlar y prevenir la propagación enfermedades a través del intercambio internacional de animales vivos y un medio que facilita el comercio y no debiera utilizarse para restringirlo requiriendo requisitos sanitarias injustificados. Las orientaciones de certificación de la OIE, apuntan a determinar, de los resultados provistos por procedimientos estándares de laboratorio realizados a través de muestreos reglamentados, la situación sanitaria de un stock de animales acuáticos de un sitio, zona geográfica o país.

La determinación de los estados de salud y la búsqueda del óptimo es un desafío permanente de la industria salmonera. Nuevas enfermedades podrían ingresar al país; las enfermedades son dinámicas y puedan cambiar de forma, por lo tanto medidas de prevención y control pueden quedar obsoletas; cambios en la genética de los peces o nuevas especies pueden ser más o menos susceptibles a las enfermedades; prácticas de manejo, intensificación de la producción o cambios en el medio ambiente pueden generar nuevos determinantes para las enfermedades. De esta manera se podría aumentar el riesgo del ingreso, mantención y propagación de las enfermedades.

Un método de análisis de riesgo objetivo y transparente es una necesidad para la Industria Salmonicultora como para las políticas de regulación y de protección del patrimonio sanitario llevadas a cabo por el Estado a través de la Subsecretaría de Pesca y

el Servicio Nacional de Pesca. Los esfuerzos llevados a cabo para alcanzar la alta productividad y competitividad del sector deben ser apoyados por decisiones documentadas sobre los riesgos de potenciales peligros o enfermedades que puedan ingresar al país según las normas internacionales establecidas en la OIE, organismo técnico de la Organización Mundial del Comercio.

Rol de Estado en la prevención y control de enfermedades en los salmónidos

Conforme a lo indicado en el artículo 86° de la Ley General de Pesca y Acuicultura, es deber del Estado dictar la normativa que establezca las medidas de protección y control para evitar la introducción al país de especies que constituyan plagas y la introducción de enfermedades de alto riesgo que puedan afectar a las especies de cultivo, silvestres, así como al medio ambiente en el cual estas especies se desarrollan.

Dichas normas deben estar sustentadas en metodologías de análisis, con base científica, que identifique el potencial riesgo que involucra la importación de ovas, de acuerdo a sus países de origen, agentes patógenos y su importancia epidemiológica e impacto económico, en la industria salmonera nacional.

La fiscalización de la industria pesquera en Chile se encuentra ejercido por la Subsecretaría de Pesca, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, fue creada por Decreto Fuerza Ley N° 1.626 de 1976.

Dentro de sus atribuciones, la Subsecretaría de Pesca tiene como principal función promover el desarrollo y sustentabilidad del sector pesquero y acuicultor, con el objeto de conservar y propender a la óptima utilización de los recursos hidrobiológicos y del medio ambiente, liderando las funciones públicas del sector al interior de la Nación y en su proyección internacional, a través de la formulación de la Política Pesquera y la dictación de la normativa que la implementa. Para el cumplimiento de este objetivo ejecuta actividades relacionadas a proposición de la política pesquera nacional y sus formas de aplicación, establecimiento de medidas de administración pesquera, proposición de normas de protección de los recursos hidrobiológicos disponibles y de su medio ambiente, orientación del desarrollo de actividades productivas del sector artesanal e industrial hacia el aprovechamiento eficiente de los recursos pesqueros y la mantención

de medios y canales de participación sectorial. Además dispone de fondos para la investigación pesquera y acuícola que sustente la adopción de medidas de administración.

El ámbito de acción de la Unidad de Acuicultura de la Subsecretaría Nacional de Pesca, está referido fundamentalmente a la aplicación de la normativa que rige las actividades de acuicultura en aguas marítimas y terrestres. En este contexto, le corresponde informar técnicamente y tramitar las solicitudes para desarrollar actividades de acuicultura. Esta Unidad efectúa el seguimiento, analiza e informa respecto al cumplimiento de los proyectos técnicos aprobados por la Subsecretaría de Pesca y que constituyen parte de la Resolución que otorga la respectiva concesión o autorización de acuicultura. Asimismo, la Unidad de Acuicultura efectúa el seguimiento, analiza e informa respecto a la aplicabilidad y efectos de las normas vigentes sobre las actividades de acuicultura.

El Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) también dependiente del Ministerio de Economía, es el encargado de controlar la calidad sanitaria de los productos pesqueros de exportación y otorgar los certificados oficiales correspondientes. Además, tiene a su cargo la protección de la salud de los animales acuáticos.

Para cumplir con su misión institucional SERNAPESCA tiene como deberes:

- a) Garantizar la calidad sanitaria de los productos pesqueros de exportación
- b) Velar por la salud de las especies acuáticas
- c) Otorgar la certificación sanitaria oficial de los productos pesqueros de exportación.
- d) Tener a su cargo el control de calidad sanitaria de productos de importación.
- e) Realizar la habilitación de plantas y barcos factorías.
- f) Controlar laboratorios y supervisar el aseguramiento de la calidad
- g) Controlar internamente las enfermedades.
- h) Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos por la normativa.

Entre sus funciones, Sernapesca, en el área de la prevención y el control de enfermedades de especies acuáticas, debe implementar el programa de vigilancia

epidemiológica y su acción esta destinada a fomentar, y mantener el patrimonio sanitario de las especies acuáticas del país.

A sernapesca, le corresponde el control de importaciones de especies vivas y carnada con la finalidad de proteger a nuestras especies y al medio acuático de la introducción de enfermedades de alto riesgo. Además debe administrar el sistema de recopilación de información diagnóstica a través de la red de laboratorios autorizados.

ENFERMEDADES DE SALMONIDOS QUE PUEDEN SER TRANSMITIDAS POR OVAS

En el siguiente capítulo de este informe sobre la evaluación de riesgos de introducción de enfermedades, se describen las enfermedades infectocontagiosas de mayor relevancia en las especies salmonideas.

ENFERMEDADES DE NOTIFICACION OBLIGATORIA ANTE LA OIE

Rhabdovirus: IHN y VHS

Dos virus de la familia Rhabdoviridae son el IHN y VHS. Cepas de IHN y VHS son reconocidas en diferentes regiones y cepas virales han sido descritas en Europa y América del Norte. Esto sugiere que cepas de VHS son endémicas en Europa con poca o escasa transmisión entre poblaciones mientras la uniformidad de las cepas entre IHN sugiere que la transmisión esta ocurriendo entre poblaciones de salmónidos (Oshima *et al*, 1993; Oshima *et al*, 1995). Ambas enfermedades IHN y VHS son enfermedades notificables ante la OIE.

Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHN)

Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHN) es una enfermedad aguda severa causada por el virus hematopoyetico necrótico de la familia Rhabdoviridae (Darlington *et al.*, 1972). Los primeros reportes de la enfermedad fueron registrados por Wolf (1988a).

Enfermedad : A esta enfermedad se le denominó con diversos nombres tales como enfermedad del salmón chinook, enfermedad de Coleman, Oregon sockeye virus, Enfermedad del Chinook del río Sacramento y otros (Parisot *et al.*, 1965). Descripciones detalladas de la enfermedad en productores europeos de Trucha Arcoiris se iniciaron en los 60 (Ghittino, 1965). Los signos clínicos en los salmónidos incluyen inapetencia, oscurecimiento de la piel, exoftalmia, abdomen distendido debido a edema, anemia, nado irregular y hemorragias en aletas pectorales. Otros signos son letargia, oscurecimiento de la piel, movimientos erráticos en el medio acuático y exoftalmia. La mortalidad puede alcanzar el 100% (Parisot *et al.*, 1965).

Ocurrencia: Hasta la década del 70 IHN fue descrita solamente en Estados Unidos. La diseminación de la enfermedad por importación de ovas infectadas desde Estados Unidos a Japón a otras especies como Trucha Arcoiris, chum, amago (*O. rhodurus*), yamame (*O. masou*) and salmon sockeye (Sano *et al.*, 1977). En la epidemia de 1975 en Japón 70 millones de alevines fueron afectados. En la década de los 80 en Francia se reportaron mortalidades de hasta 50% en Trucha Arcoiris (Baudin Laurencin, 1987), en Italia cerca del 100% de mortalidad en alevines de Trucha Arcoiris (Bovo *et al.* 1987), epidemias han sido descritos en 1989/90 en Bélgica y en Alemania en 1992 (Enzmann *et al.*, 1992). Es común en áreas enzooticas IHN se presenta en un 100% de los peces y la sobrevivencia en la etapa ova-alevin puede ser menor a un 10% (Traxler y Rankin, 1989).

IHN se ha diseminado dentro de Norte América a través del movimiento de ovas y alevines. Estos focos fueron identificados y exitosamente controlados. Dentro de las especies de salmónidos, el salmón del Atlántico es susceptible (Mulcahy y Wood 1986) y Salmón Coho se ha descrito como resistente (Hedrick *et al.*, 1987). La severidad de la enfermedad tiende a disminuir con la edad (Yasutake, 1978).

Transmisión: Trabajos preliminares indican que la transmisión puede ser por fecas y orina a través del agua (Mulcahy *et al.* 1983b) incluyendo el agua de mar (Traxler *et al.*, 1993), alimento y verticalmente se transmite por el semen y fluidos ováricos (Amend 1975). La dosis infectante en fluidos ováricos alcanza a 10^{10} pfu/ml (Mulcahy *et al.* 1983a). En ovas que no están infectadas pero contaminadas, es decir con virus en superficie, pueden ser desinfectadas en forma efectiva (Amend y Pietsch, 1972). Es

interesante que IHN puede atacar las células espermáticas lo que podría indicar su transmisión vertical (Mulcahy y Pascho, 1984).

Diagnóstico: Signos clínicos no pueden ser considerados como diagnóstico definitivo, para lo cual se requiere aislamiento del virus en cultivos celulares donde efectos citopáticos son observados (Fendrick *et al.*, 1982). Métodos diagnósticos incluyen neutralización del virus (Hill *et al.*, 1975), ELISA (Medina *et al.*, 1992), inmunofluorescencia (Arnzen *et al.*, 1991, La Patra *et al.* 1989a), immunoblotting (McAllister y Schill 1986), Western blotting (Hsu y Leong, 1985) e inmunocitoquímica (Drolet *et al.*, 1993).

Distribución en Tejidos: Los órganos más afectados por el IHN son riñones y bazo (Yamamoto *et al.*, 1990). Altos títulos virales post infección pueden ser detectados en riñones, ciegos pilóricos, bazo, hígado y corazón (Drolet *et al.* 1994). En fluidos ováricos y ovas infectadas se pueden observar altos títulos virales (Mulcahy *et al.*, 1984).

A través de algunos estudios, se ha detectado el virus IHN en el mucus de peces infectados (La Patra *et al.*, 1989b) y la replicación del virus en tejidos epidérmicos pueden jugar un rol importante en la patogénesis de la enfermedad (Yamamoto *et al.*, 1992).

Dosis Infectante: La transmisión horizontal de IHN es la principal vía de infección a través de las branquias (Mulcahy *et al.*, 1983a, 1983b) y solamente una pequeña dosis del virus menor a 10^4 TCID₅₀/ml para un período de exposición de una hora induce enfermedad severa (Traxler y Rankin, 1989). Otros factores como la especie, estado fisiológico, edad de los peces, cepa viral, y factores ambientales como la temperatura del agua tienen influencia sobre la infectividad del virus (Amend 1975). Brotes de IHN no ocurren en aguas con temperaturas sobre 15°C (Hetrick *et al.*, 1979).

Viabilidad: IHN es sensible al calor, pH y solventes lipídicos (Wolf, 1988a). El virus puede sobrevivir varias semanas a 15°C y varios meses a 4-5°C. A temperaturas más altas, la sobrevivencia del virus es más corta (Pietsch *et al.*, 1977; Gosting y Gould, 1981). IHN es muy resistente al congelamiento especialmente en presencia de medios proteicos como tejidos (Pietsch *et al.*, 1977). La OIE recomienda que las muestras de tejidos para el

diagnóstico de IHN no deben ser congeladas. IHNV es inactivado por iodina e iodoforos en un 99.9% dentro de 7,5 segundos de exposición a 0.1 mg/ml (Batts *et al*, 1991). El uso de irradiación, luz ultravioleta, acetona, éter, hipoclorito y ozono son efectivos para inactivar el virus (Humphrey, 1995).

IHN es estable dentro de pH 6-8, y es inactivado 2 a 3 veces más rápidamente fuera de este rango de pH (Pietsch *et al*, 1977). IHN es destruido por exposición a clorina (0.5 mg/ml) en 5 minutos (Wedermeyer *et al*, 1978) y presenta una pobre sobrevivencia a temperaturas igual o superior a 32°C (Gosting y Gould, 1981).

Suceptibilidad y distribución: IHN ha sido descrito solamente en peces salmónidos y cuando aparece causa hasta un 100% de mortalidad en alevines. Trucha Arcoiris es suceptible al virus IHN (Humphrey, 1995). El Salmón Coho es considerado resistente a la enfermedad, sin embargo, el virus ha sido aislado de peces clínicamente normales de estas especie. Salmón del Atlántico es descrito como una especie suceptible.

IHN es endémica en América del Norte, California, Alaska (Wolf, 1988a). Se cree que IHN ingreso a Japón a través de importaciones de ovas infectadas de salmón sockeye desde Alaska (Wolf, 1988a). IHN se ha establecido en Europa y ha sido diseminada en áreas de Estados Unidos y el mundo a través del movimiento de peces infectados y ovas contaminadas (Wolf, 1988a; McAllister, 1993). IHN ha sido transportada a través de ovas y alevines es Estados Unidos donde brotes han ocurrido en stocks originales (Wolf, 1988a).

En Alaska datos de vigilancia epidemiológica entre 1980 y 1994 indicaron una prevalencia de 21,6% (2.379 de 11.004 peces analizados) en Salmón del Pacifico. En Dinamarca, Irlanda y Noruega no han sido registrados casos de IHN (OIE, 1995c). IHN esta presente en Francia y es un problema en la Trucha Arcoiris en acuicultura (Hattenberger-Baudouy *et al*, 1995). Bélgica, Francia, Alemania, Austria e Italia reportaron infección por IHN en 1995 (OIE, 1995c).

Patología, epidemiología y control: Durante una epidemia de IHN, los signos clínicos incluyen exoftalmia, branquias pálidas, fecas blancas, anemia y movimiento

errático en el agua. Escoliosis y lordosis ocurren entre el 1 a 5% de los peces que sobreviven. Patología esta presente en riñones, bazo, hígado, páncreas. La transmisión horizontal es el medio más importante de diseminación de la infección con los peces infectados eliminando virus en fecas, orina, y contaminación de ovas y alevines. El virus puede estar en fluidos ováricos y causar contaminación superficial de ovas resultando en transmisión asociada a las ovas. Sobrevientes de epidemias pueden transformarse en portadores. Infección con El virus puede ser mecánicamente transmitido por fómites, aves, animales y posiblemente insectos.

Septicemia Viral Hemorrágica (VHS)

Septicemia hemorrágica viral (VHS) es causada por un rhabdovirus. VHS también fue llamada Egtyed virus y se creía pertenecía a la familia lyssavirus (McAllister y Wagner, 1975). El virus tiene diferentes características morfológicas típico de los rhabdovirus (Olberding y Frost, 1975) fue aislado de cultivos celulares de peces por Jensen (1963). Se ha demostrado que el virus produce efecto citopático en un número de líneas celulares de peces a una temperatura óptima de 15°C y pH de 7.6-7.8 (Fijan *et al.*, 1983).

Ocurrencia: Los primeros reportes de la enfermedad fueron realizados por Schaperclaus a fines de la década del 30. Actualmente, VHS aparece confinada en áreas específicas de Europa continental donde ha causado pérdidas importantes para la industria (30 toneladas de Trucha Arcoiris en centros productores) (de Kinkelin, 1982). Otras especies de salmónidos son susceptibles a VHS, entre ellas la Trucha Café y el Salmón del Atlántico (Wolf, 1988b). En Finlandia se ha reportado recientemente un brote de VHS (OIE, 2001).

La relación entre el rango de huéspedes afectados, su distribución geográfica y los serotipos virales permanece aún en la incertidumbre. VHS se ha aislado en turbot en Escocia (Anon, 1994) y Salmón del Pacífico en América del Norte (Brunson *et al.* 1989). En un inicio se pensó que las cepas en América del Norte correspondían a la cepa Europea pero análisis posteriores indicaron que son virus diferentes (Oshima *et al.*, 1993).

Enfermedad: Descripciones detalladas de la enfermedad en productores de Trucha Arcoiris en Europa se inician en 1960 (Ghittino, 1965). Signos clínicos en salmónidos

incluyen inapetencia, abdomen distendido, exoftalmia, nado irregular, ascitis. En alevines menores de 3 meses de edad la mortalidad puede ser alta dentro de 2 a 3 semanas.

Diagnóstico: El método más confiable de diagnóstico es el aislamiento viral en cultivos celulares (Olesen y Vestergard Jorgensen, 1992). Técnicas de inmunodiagnóstico tales como seroneutralización, western blotting, inmunoperoxidasa o inmunofluorescencia utilizando anticuerpos monoclonales (Ahne *et al.*, 1986; McAllister y Owens, 1987; Sanz y Coll, 1992). El diagnóstico debe diferenciarse de otros rhabdovirus como el IHN.

Transmisión: La transmisión de VHS es dependiente de la temperatura y se presenta en un rango entre 1-12°C nunca en temperaturas sobre 15°C. Los ejemplares juveniles presentan mayor susceptibilidad, mostrando altos niveles de mortalidad en comparación con peces adultos. Infecciones naturales pueden ser transmitidas horizontalmente y las branquias son consideradas como la puerta de entrada de la infección (Neukirch, 1984). El período de incubación es variable y depende la ruta de infección, cepa del virus y temperatura del agua.

Dosis infectante: La dosis infectante depende de factores como la cepa viral, temperatura del agua, edad de los peces, etc. Es aceptado que las cepas del virus VHS en América del Norte son menos patogénicas que las cepas europeas. En estudios experimentales se han obtenido hasta 10^5 TCID₅₀/g de tejido en las branquias y 10^4 TCID₅₀/g de tejido en el cerebro (Neukirch, 1984).

Distribución en Tejidos: Los tejidos preferidos para el aislamiento son el riñón y el bazo de peces afectados por VHS, pero la infección cuando se presenta se disemina en todo el cuerpo (músculos, intestinos, hígado). Los títulos virales en los tejidos de peces portadores son desconocidos.

Viabilidad del Agente: VHS se preserva en excelente forma en congelamiento, sin embargo, es lábil a la temperatura ya que de una sobrevivencia de 3 meses a una temperatura de 4°C, sobrevive solamente 3-10 días a temperatura ambiental (17-22°C) y 1-4 horas a 37°C y es totalmente inactivado después de una hora a 45°C (de Kinkelin, 1982). VHSV es sensible a solventes lipídicos y a pH extremos (Smail y Munro, 1989). El

virus VHS es lábil al calor y el ácido (pH 3). Es muy estable entre pH 5-10. El virus es resistente al congelamiento pero pierde infectividad a temperatura sobre 20°C.

Suceptibilidad y distribución: Epidemias de VHS en Europa ocurren fundamentalmente en Trucha Arcoiris. En Estados Unidos, las infecciones naturales ocurren en Salmón Coho. Infección experimental en Estados Unidos ha sido inducida en Salmón del Atlántico y Trucha Arcoiris. VHS fue aislado desde Salmón del Atlántico en la región de la Columbia Británica en Estados Unidos (Traxler *et al*, 1995).

Dinamarca, Francia, Alemania, Italia y Austria han reportado infección por VHS en 1995 (OIE, 1995c). Información del programa de vigilancia de VHS en Dinamarca entre 1990 y 1995, indican que de 8.639 peces analizados, 205 (2,35%) estaban infectados. Un estudio desarrollado en Dinamarca en 1995, sobre un universo de 397 centros de acuicultura productores de Trucha demostró que 33 de ellos estaban infectados con VHS.

En Alemania (Bavaria) VHS fue detectada en el 16% de 1.413 casos analizados para diagnóstico y anticuerpos fueron detectados en peces sobre el 60% de los centros de producción durante un período de 5 años (Wolf, 1988b). En Suiza, un estudio en Truchas importadas sobre un período de 5 años, se detecta una prevalencia de 1,5% en 1.100 lotes de Truchas examinadas (Wolf, 1988b). VHS no ha sido reportada en Asia, Sudamérica y Oceanía.

Patología, Epidemiología y Control: Cepas de VHS presentan diferente patogenicidad, y en situaciones de estrés puede producir cuadros clínicos (Meyers y Winton, 1995). Estas cepas son de baja patogenicidad para salmónidos pero las mutaciones de los rhabdovirus puede significar problemas potenciales para llegar a ser virulentas como las cepas Europeas (Meyers y Winton, 1995).

La transmisión de VHS ocurre en los peces de todas las edades aunque las infecciones son más severas y mortalidades son más altas en peces juveniles. Infecciones naturales ocurren horizontalmente en el agua (Wolf, 1988). Transmisión vertical no ha sido demostrada (Wolf, 1988b). Transmisión mecánica a través de fomites contaminados en un hatchery (McAllister, 1993). La temperatura del agua es de suma

importancia en la transmisión y la diseminación ocurriendo a temperaturas entre 1-12°C pero no mayores a 15°C (Wolf, 1988b).

La entrada del virus es a través de las branquias de los peces (Wolf, 1988b). Brotes de mortalidad ocurren en temperaturas entre 3-12°C. El control de VHS se obtiene evitando el contacto entre el virus y el huésped. Desinfección de los centros de agua dulce y restablecimiento del stock de fuentes libres son efectivos medios de control. La infección confiere inmunidad (Wolf, 1988b).

Herpesvirus: Oncorhynchus Masou Virus (OMV)

Existen varias enfermedades producidas por herpesvirus. Wolf (1988) clasificó 13 herpesvirus que afectan a los peces, de los cuales solamente dos de ellos afectan a los salmónidos: *Herpesvirus salmonis* y *Oncorhynchus masou virus*.

Suceptibilidad y distribución: OMV fue aislado originalmente de peces sanos y posteriormente se comprobó que era un patógeno que afectaba alevines de yamame (Sano, 1976). Estudios prospectivos indican que la desinfección de las ovas con iodoforos es una medida para el control y diseminación y la prevalencia de OMV (Yoshimizu *et al.*, 1989). Las mortalidades en epidemias causadas por OMV han sido registradas en Japón en Salmón Coho entre los 100 y 1.000 g. Estas variaron entre un 10 y 31% durante la epidemia (Kumagai *et al.*, 1994).

Patología, Epidemiología y Control: Herpesvirus afecta los alevines y en algunos casos smolts causando inapetencia, letargia, hiperactividad, exoftalmia y alta mortalidad. Transmisión horizontal y vertical juegan un rol importante en la transmisión de OMV. OMV ha sido transmitido experimentalmente a Truchas Arcoiris (Kimura *et al.*, 1981). Identificación y destrucción de stocks infectados es el medio de control de OMV y desinfección con iodoforos de las ovas en estado de ojo, es recomendada.

Supervivencia e inactivación: Los herpesvirus en general son lábiles frente al calor y la acidez (Wolf, 1988b). OMV pierde 99.9% de su infectividad en 17 días a -20°C y el 100% con temperaturas superiores a 15°C (Wolf, 1988b).

Necrosis Hematopoyética Epizootica (EHN)

Wolf (1988) registró siete iridovirus en peces. Sin embargo, Humphrey (1995) indicó que existen 13 tipos de iridovirus afectando peces. Existen dos virus patógenos para salmónidos: el virus causante de la necrosis hematopoyetica epizootica (EHN) y el virus de la necrosis eritrocítica (VEN). EHN es una enfermedad notificable ante la OIE (OIE, 1995a).

Suceptibilidad y distribución: EHN es una enfermedad que se ha descrito en Victoria en Australia y causa mortalidades en Trucha Arcoiris en centros productores (Langdon *et al*, 1988). El salmón del Atlántico es susceptible experimentalmente (Langdon, 1989). En un brote de EHN en Australia, se confirmó que la mortalidad alcanzó entre un 0.033-0.2% por día en peces juveniles de 125 mm, con una mortalidad total para un brote del orden de un 3 a 4%. En el punto más alto de la epidemia, EHN fue aislado del 89% de los peces clínicamente afectados, en el 51% de los peces muertos y en 4% de los peces aparentemente sanos pero en contacto con peces enfermos (Whittington *et al*, 1994).

Patología, epidemiología y control: EHNV causa epidemias en el verano cuando las temperaturas del agua aumentan (Whittington *et al*, 1994). Brotes de EHN en sistemas productivos de Truchas Arcoiris ocurren cuando la temperatura del agua fluctúa entre 11-17°C (Whittington *et al*, 1994).

Signos clínicos en Trucha Arcoiris no son específicos: inapetencia, distensión abdominal, palidez de la piel, pérdida de equilibrio y ulceraciones en la piel. Diagnóstico debe ser confirmado por laboratorio con muestras de riñón, hígado y bazo preferentemente (Hyatt *et al*, 1991). Brotes en producciones de Trucha podrían dejar portadores de infección. No existe tratamiento efectivo para EHNV y las medidas de control recomendadas son aislamiento estricto y medidas de higiene.

Supervivencia e inactivación: EHN persiste por más de dos años en tejidos mantenidos a -20°C; persiste por mas de 97 días en agua destilada; resiste la desecación por más de 115 días; es lábil a condiciones de pH fuera del rango de neutralidad; es inactivado a temperaturas de 60°C por 15 minutos y a 40°C por 24 horas (Langdon, 1989). El mismo

autor sugiere que el virus puede sobrevivir largos periodos de tiempo en medios acuáticos y en fomites.

OTRAS ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA PARA LA OIE

Aeromonas Salmonicida

Enfermedad: *Aeromonas salmonicida* subesp. *salmonicida* (Formas “típicas”) causa la Furunculosis clásica en salmónidos tanto en agua dulce como en agua de mar. Otras subespecies de *A. salmonicida*, son aquellas llamadas formas atípicas y causan enfermedad al igual que las típicas en agua dulce y de mar. También afectan a peces no salmónidos.

Ocurrencia: Se distribuye ampliamente en el mundo y virtualmente todos los salmónidos son susceptibles a la infección natural (Austin y Austin, 1993). En Canadá, *A. salmonicida* causo Furunculosis en cultivos de Salmón del Atlántico a comienzos de los años setenta. Ocasionalmente aparecen brotes de Furunculosis debido a movimientos de peces produciéndose transmisión horizontal entre lotes (Olivier, 1992). La Furunculosis atípica ocurrió por primera vez en una piscicultura de Nueva Escocia el año 1975 en salmónes del Atlántico (Olivier, 1992) y las pérdidas estimadas en 1991 por Furunculosis atípica en fueron de un promedio de 25% de mortalidad a lo largo de tres años (Groman *et al.*, 1992).

Salmón del Atlántico presenta mayor susceptibilidad a la enfermedad que el Salmón del Pacífico. La Trucha café es muy susceptible, pero la Trucha Arcoiris probablemente lo sea menos, sin embargo, se ha descrito a la Trucha Arcoiris como portadora. En la costa Oeste de los EEUU la forma típica de Furunculosis se diagnosticó en 1989 con mortalidades del 7% en smolt y del 20% en fase mar, presentando evidente resistencia a antibióticos.

Signos clínicos: El término Furunculosis fue utilizado por el tipo de lesiones presentes en la piel y músculo de los peces afectados. Hoy día la presentación de estos furúnculos clásicos es más bien una excepción (Austin, 1993; Munro y Hastings, 1993).

La enfermedad puede ocurrir de forma peraguda, aguda, subaguda o infección crónica variando sus signos clínicos. La forma peraguda se presenta en peces pequeños, los cuales evidencian oscurecimiento de color, signos respiratorios y muerte rápida (McCarthy y Roberts, 1980). Formas agudas se presentan en peces en crecimiento y los signos son oscurecimiento de color, inapetencia, letargo, hemorragias en la base de las aletas y signos respiratorios sin necesariamente presentar furúnculos, los peces mueren en dos o tres días (McCarthy y Roberts, 1980). Casos subagudos o crónicos son más comunes en peces viejos y presentan signos. En forma aguda, pero en menor intensidad, estos animales presentan Furunculosis visibles ya sea en el dorso o en los flancos además presentan un ligero exoftalmo. (McCarthy y Roberts, 1980).

Diagnóstico: *A. salmonicida* es una bacteria Gram-negativa (Munro y Hastings, 1993). Los órganos necesarios para la toma de muestra no están claros ya que aunque piel y riñón son los órganos de elección existen otros tejidos para aislar el microorganismo como hígado, corazón, bazo (Daly y Stevenson, 1985), fluido ovárico (Nomura *et al.* 1993), mucus cutáneo (Cipriano *et al.*, 1992, Teska y Cipriano, 1993).

Se menciona a los medios TSA o BHIA como los medios preferidos para un primer aislamiento de *A. salmonicida*. Para el aislamiento de formas atípicas debe utilizarse medios enriquecidos (Austin y Austin, 1993). Además producen un bajo número de colonias y su incubación puede llegar a los cinco días (Olivier, 1992). Métodos serológicos han sido descritos pero su baja especificidad no los hace satisfactorios (Bernoth, 1990).

Distribución en tejidos: Los órganos rutinariamente revisados, debido a que se encuentra el patógeno en mayor número, son riñón y si existen, lesiones en piel. El tejido transportador en los portadores aún no es encontrado; ganglios (Benediktsdottir y Helgason, 1990), mucus cutáneo (Cipriano *et al.* 1992, Teska y Cipriano, 1993), fluido ovárico (Nomura *et al.*, 1993), intestino (Hiney *et al.* 1994).

Transmisión: La transmisión vertical de *A. salmonicida* no ha sido demostrada (Bullock y Stuckey, 1987, Austin y Austin, 1993). Los reservorios se encuentran en los sistemas fluviales y pasa al mar con la transferencia de los smolt. Es también transmitida

horizontalmente entre balsas y jaulas vecinas en el mar. (Olivier, 1992, Jarp *et al.*, 1993). La ruta de infección es desconocida (Olivier, 1992; Austin y Austin, 1993). *A. salmonicida* se transmite horizontalmente de manera muy fácil por agua de mar, equipo contaminado, contactos directos y por el alimento (Austin y Austin, 1993).

Dosis Infectante: Infecciones parenterales pueden ser provocadas por menos de una UFC (Hiney *et al.*, 1994), pero la dosis mínima que se necesita en forma natural no ha sido calculada. Los salmones del Atlántico en agua de mar requieren un mínimo de 10^4 ufc/ml por uno a tres días en exposición corta, y 10^2 ufc/ml por dos semanas en exposición larga. La Trucha Arcoiris es relativamente resistente a la enfermedad.

Viabilidad: Existen numerosos informes de viabilidad de *A. salmonicida* en el ambiente pero solo es viable en peces muertos o productos. Existen reservorios naturales ya que así se perpetua la presencia del agente en el medio, lo que hace difícil la erradicación pero no imposible. (Austin y Austin, 1993; Munro y Hastings, 1993). La viabilidad en músculo de pez muerto es de 32 días seguidos de 8 días de viabilidad en el agua (McCarthy, 1980). La luz ultravioleta es inefectiva en detener la bacteria cuando se ha introducido a la piscicultura vía el agua.

Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD)

Enfermedad bacteriana del riñón causada por la bacteria *Renibacterium salmoninarum*. Sanders y Fryer (1980) propusieron su actual clasificación.

Ocurrencia: El BKD ha sido reportado en gran parte del mundo donde los salmones son cultivados incluyendo América del Norte, Europa, Asia, Islandia y América del Sur. La bacteria afecta a las especies de los géneros *Oncorhynchus*, *Salmo* y *Salvelinus* spp, además de algunas otras especies (Fryer y Lannan, 1993). Se ha encontrado en un estudio retrospectivo que la infección en Canadá proviene de al menos 1950 y que presentaba características de endemismo Paterson *et al.* (1981).

Transmisión: La enfermedad puede transmitirse por el consumo de vísceras de animales infectados. Fryer y Sanders (1981) recomendaron tratar térmicamente los subproductos

de peces que se utilizaran en la alimentación. *R. salmoninarum* se transmite también verticalmente y fue hallada en ovas (Evelyn *et al.* 1984, Bruno y Munro 1986).

Enfermedad: Los signos de la enfermedad son variables y usualmente sólo se ven en etapas terminales de la patología. Se incluyen dentro de los signos exoftalmia, distensión abdominal, áreas hemorrágicas y abscesos profundos. Las lesiones internas incluyen pequeñas lesiones grisáceas en la cápsula del riñón, visibles también en hígado y bazo. A medida que la enfermedad avanza las lesiones pasan a ser granulomatosas y luego fibróticas con un deterioro marcado del riñón (Fryer y Sanders, 1981).

El Salmón del Atlántico y la Trucha Arcoiris son más resistente a la enfermedad que el Salmón del Pacífico. Siendo el BKD un problema mayor en cultivos de Salmón del Pacífico. Sin embargo el BKD puede generar problemas en Salmón del Atlántico de manera ocasional.

Diagnóstico: Se describen múltiples medios de cultivo para lograr un desarrollo de la bacteria, pero se caracterizan por ser medios altamente enriquecidos (Evelyn *et al.*, 1989).

Pascho y Mulcahy (1987) desarrollaron un test de ELISA para detectar un antígeno soluble que fue hallado en el sobrenadante de cultivo de *R. salmoninarum*. El test tenía una sensibilidad de detectar cantidades tan pequeñas de antígeno como 2-20 ng.

Existen reacciones cruzadas con otros organismos (Austin *et al.*, 1985).

Distribución en tejidos: Elliott *et al.* (1989) establecieron que *R. salmoninarum* presenta una predilección por el tejido renal, sin embargo, otros órganos también pueden ser infectados. Austin y Rayment (1985), en animales clínicamente afectados recuperaron el agente desde riñones muy aumentados de tamaño, corazón, sangre líquido ascítico y fecas. Se han descrito peces sanos portadores, es decir, peces sin lesiones microscópicas, *R. salmoninarum* no es detectable por cultivo del riñón, pero los peces son positivos al test de ELISA.

Dosis infectante: La dosis infectante natural es desconocida, y al ser una enfermedad de naturaleza crónica la determinación de la dosis mínima puede ser un proceso demasiado largo.

Viabilidad del agente: Austin y Rayment (1985) estudiaron la sobrevivencia de *R. salmoninarum* en el ambiente de laboratorio. Ellos encontraron que no es posible recuperar *R. salmoninarum* desde el agua que contenía peces que habían muerto de BKD, pero el sedimento y fecas contuvo *R. salmoninarum* por más de 21 días. Esto sugiere una cierta afinidad por cierta clase de materia orgánica.

La sobrevivencia de *R. salmoninarum* también fue estudiada en agua de río a 15°C (Austin y Rayment, 1985), encontrándose que en agua no estéril la bacteria no es posible detectarla pasados 4 días, si el agua se filtra llega a 28 días.

Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN):

Es una enfermedad aguda y contagiosa de los salmónidos. Afecta principalmente a peces en crecimiento. Es producida por un virus de la familia de los *Birnavirus* (Dobos *et al.*, 1979).

Ocurrencia: El rango de los hospedadores del virus es muy amplio pasando por salmonídeos y peces no salmonídeos e incluso crustáceos (Hill, 1982). Sin embargo, no está claro si infecta a todos sus hospedadores o solo se encuentra como contaminante. De todas maneras los aislados de diferentes hospedadores son patógenos para los salmonídeos (Hill, 1982). Además el virus se encuentra presente en prácticamente todos los países que poseen actividad piscicultora. (Olsen *et al.* 1994). En Chile el virus fue aislado en 1995.

Enfermedad: En salmónidos, IPN es una enfermedad aguda que causa altas mortalidades en peces en desarrollo pero ocasionalmente afecta peces de mayor tamaño (Wolf y Quimby, 1969). Los signos clínicos son los típicos de una infección sistémica, incluyendo oscurecimiento de la piel, exoftalmia, distensión abdominal, hemorragias superficiales. Se describe que la mortalidad aumenta rápidamente y excede el 50% (Wolf y Quimby, 1971) y puede llegar en casos extremos al 100% (Dorson y Torchy, 1981). Se pueden observar hemorragias petequiales en los ciegos pilóricos y el hígado y bazo esta decolorados (Wolf, 1988). Histológicamente se observa una necrosis pancreática que compromete los acinos y células de islote. También se ven afectados el tejido adiposo adyacente y el tejido renal hematopoyético (McKnight y Roberts, 1976).

La susceptibilidad a la enfermedad depende de la especie, condiciones ambientales y la edad del pez (Dorson y Torchy, 1981). Peces jóvenes son más susceptibles que las edades mayores que son resistentes a la enfermedad.

Diagnóstico: Al igual que otras enfermedades virales el diagnóstico presuntivo se puede realizar por medio de histopatología. El diagnóstico definitivo se logra con certeza al aislar e identificar el virus. El aislamiento se logra utilizando líneas celulares de peces (Bovo *et al.*, 1985) donde el virus presenta efectos citopáticos. Seroneutralización (Ishiguro *et al.* 1984), Enzima-inmuno ensayo (Hattori *et al.*, 1984), inmunoblot (Hsu *et al.*, 1989), Western blotting (Williams *et al.* 1994) inmunofluorescencia (Swanson y Gillespie, 1981) e inmunoperoxidasa (Nicholson y Henchal, 1978) usando anticuerpos monoclonales y policlonales con sueros multivalentes (Lecomte *et al.*, 1992). Además otras técnicas utilizando ácidos nucleicos se han desarrollado (Pryde *et al.*, 1993).

Transmisión: Peces portadores e infectados inaparentes son el reservorio más importante del (McAllister *et al.*, 1993). La transmisión puede ser horizontal vía fecas (Billi y Wolf, 1969) y por subproductos. Además la transmisión puede ser vertical vía ovárica (Wolf *et al.*, 1963, Fijan y Giorgetti, 1978) y fluidos seminales (Mulcahy y Pascho, 1984).

Dosis infectante: Como en todos los patógenos la dosis infectante puede variar según el huésped, ambiente y el agente. Pero experimentalmente se han observado mortalidades de hasta un 70% al exponer a dosis de 10 ml de hígado con 10^3 TCID₅₀ virus/ml. (Frantsi y Savan, 1971).

Distribución en tejidos: Se ha encontrado presencia significativa de virus en riñón, bazo y páncreas pilórico. El tejido más común como muestra es el páncreas (Yamamoto, 1975). También ha sido detectado el virus en intestino y gónadas. Ha sido descrito que los títulos virales varían en riñón a lo largo del año (Smail y Munro, 1985). En infecciones naturales, el 100% de los infectados poseen el virus al menos hasta 4 meses posteriores a la infección (McAllister *et al.*, 1993).

Viabilidad: El virus de IPN es resistente a las condiciones medio ambientales pudiendo permanecer infectante a 4°C por meses si hay existencia de materia orgánica (Malsberger y Cerini, 1963). Además el virus es termoestable siendo inactivado completamente luego

de 16 horas a 60°C (Gosting y Gould, 1981). A temperatura ambiente no pierde infectividad hasta los 27 días (Tisdall y Phipps, 1987). El virus IPN es resistente a solventes lipídicos como éter (Malsberger y Cerini, 1963) y cloroformo (Tisdall y Phipps, 1987). Por último es relativamente resistente a los cambios de pH (Tisdall y Phipps, 1987).

Piscirickettsiosis

El agente causal es *Piscirickettsia salmonis*. Es gram negativa que replica en las vacuolas citoplasmáticas de los peces susceptibles (Fryer *et al.*, 1992). Esta enfermedad adquirió relevancia en 1989 con el brote en Chile alcanzando mortalidades descritas de hasta un 90% en Salmón Coho.

Ocurrencia: La enfermedad ha sido descrita en Canadá, Irlanda, Estados Unidos, Alemania Noruega y Chile. En Chile la enfermedad ocurrió en Salmón Coho en agua de mar (Fryer *et al.*, 1990). La mortalidad alcanzó a 1,5 millones de salmones (De 200 g a 2 kg) con pérdidas estimadas de 10 millones de dólares de la fecha. Se ha descrito también al agente en Salmón del Atlántico, Salmón Chinook y Trucha Arcoiris en agua de mar (Cvitanich *et al.*, 1991).

Transmisión: La transmisión horizontal se ha probado incluso por medio de piel y branquias sin lesiones y en ausencia de lesiones. Además la inoculación subcutánea produce altas mortalidades, lo que sugiere que ectoparásitos podrían jugar un papel fundamental en la transmisión horizontal de la enfermedad (Smith *et al.*, 1999)

El agente ha sido detectado en fluido seminal y ovárico. Además se ha logrado la infección de ovas de manera experimental y se ha detectado la existencia de infección natural en el Salmón Coho (Larenas *et al.*, 1998).

Enfermedad: Los signos clínicos se caracterizan por nado superficial, letargia, orillamiento y oscurecimiento de la piel. Otros peces en cambio no presentan signos clínicos aun estando enfermos (Bravo y Campos, 1989, Schäfer *et al.*, 1990). Las lesiones microscópicas externas más relevantes incluyen descamación, palidez branquial, equimosis y petequias en la base de las aletas, nódulos y úlceras en piel de hasta 2 cm.

(Bravo y Campos, 1989). Los niveles de hematocrito demuestran una anemia severa (Fryer *et al.*, 1990).

Diagnóstico: Piscirickettsiosis es una enfermedad sistémica. Lesiones renales y en bazo son observadas en los peces enfermos. Existen zonas de necrosis en los tejidos hematopoyéticos y los microorganismos son microscópicamente observables en las vacuolas citoplasmáticas (Lannan y Fryer, 1993). Se describen entre los métodos diagnósticos: Visualización de la rickettsia por medio de tinción de Giemsa (Garcés *et al.*, 1991). Otro método es en tinción acridina –naranja que es menos sensible pero de rápida detección (Lannan y Fryer, 1991).

El aislamiento de SRS, en cultivos, se ha realizado en diferentes líneas celulares obteniendo resultados a los 14 o 17 días dependiendo de la temperatura de cultivo (Cvitanich *et al.*, 1991). Detección serológica se ha realizado inmunofluorescencia indirecta mediante suero policlonal de conejo desde sangre, riñón e hígado (Lannan *et al.*, 1991). Inmunohistoquímica se ha realizado desde secciones de riñón, bazo, hígado, corazón y páncreas (Alday-Sanz, *et al.*, 1994).

Distribución en tejidos: El microorganismo ha sido detectado en salmones como naturalmente infectados en riñón, bazo, hígado, músculo, piel, corazón, cerebro, ovarios, fluido ovárico, testículos, intestino, grasa visceral y ganglios (Alday-Sanz *et al.*, 1994). Riñones es el tejido de elección para realizar el aislamiento (Fryer *et al.* 1990, Cvitanich *et al.*, 1991).

Dosis infectante: La dosis de infección oral para producir el cuadro clínico aún no es conocida. Pero en inyecciones intraperitoneales se han logrado mortalidades del 100% con dosis cercanas a rangos desde $10^{3.3}$ a $10^{5.3}$ TCID₅₀ (Garcés *et al.*, 1991).

Viabilidad del agente: Fryer *et al.* (1990) reportó que el óptimo de temperatura de crecimiento para *P. salmonis* en cultivos celulares está alrededor de 15-18°C pero es posible observar efectos citopáticos a temperaturas que fluctúan entre 10°C y 21°C. Lannan y Fryer (1993) describieron que *P. salmonis* es sensible a temperaturas mayores a los 25°C y que la congelación también la inactiva.

Anemia Infecciosa del Salmón (ISA)

Enfermedad de los salmónidos presente en Noruega, Escocia, Estados Unidos, Islas Faroe entre otros. Es producida por un virus de la familia *Ortomyxoviridae*.

Ocurrencia: La enfermedad fue observada por primera vez en Noruega el año 1984 y afecto a salmones de Atlántico en fase mar (Dannevig *et al.*, 1995). Se han registrado brotes en Canadá el año 1996 (Byrne *et al.*, 1998), en Escocia el año 1998 (Rodger *et al.*, 1998). Durante el año 2000 se describieron focos de la enfermedad en Nueva Escocia, Islas Faroe y Dinamarca (OIE, 2001). Se describe que afecta a salmones del Atlántico y a Truchas Arcoiris, pero solo el Salmón del Atlántico presentaría signos clínicos de la enfermedad, en tanto las Truchas Arcoiris podrían ser reservorios. Durante el año 1999 se aisló el agente desde poblaciones de Salmón Coho en el sur de Chile (Kibenge *et al.*, 2001).

Signología: Los signos clínicos incluyen ascítis, congestión, hepatomegalia, esplenomegalia, hemorragias en grasa perivisceral, congestión en ganglios y corazón por último se observa anemia hemolítica severa en las etapas terminales. La principal lesión histopatológica es una necrosis hemorrágica del hígado (Thorud, 1991).

Epidemiología y Control: Muchos brotes se presentan en el período primavera-verano (Thorud, 1991). Estudios de epidemiología han demostrado que los principales factores de riesgo para la diseminación son: deficientes condiciones de bioseguridad, proximidad a centros con la infección o a plantas procesadoras. La transmisión activa se ha observado a través de material biológico y peces y no ha sido demostrada la transmisión vertical a través de reproductores infectados.

Metodos diagnósticos: Para el diagnóstico de la enfermedad han sido utilizadas técnicas tales como aislamiento en cultivos celulares, inmunofluorescencia, microscopía electrónica y reacción en cadena de la polimerasa. (Kibenge *et al.*, 2001)

Supervivencia e inactivación: Ensayos experimentales han demostrado que el virus es inactivado a temperaturas mayores a 55° C por más de un minuto, formaldehído a una

concentración de 0,5% por 16 horas, hidróxido de sodio a un pH de 12 por 7 horas, hipoclorito de sodio 20 mg/ml por una hora, ozono y radiación ultravioleta. También se describe que el virus es inestable en el ambiente marino.

Tabla N°3: Características de las enfermedades en especies salmonídeas

	ISA	IPN	BKD	SRS
ENFERMEDAD	Anemia infecciosa del salmon	Necrosis infecciosa pancreatica	Enfermedad bacteriana del riñon	Sindrome rickettsial del salmon
Agente	Virus Orthomixoviridae	Virus Birnaviridae	Renibacterium salmoninarum	Psicirickettsia salmonis
Vías de transmision	Horizontal, vertical no demostrada	Horizontal y vertical	Horizontal y vertical presumiblemente	Horizontal y vertical
Especies susceptibles	Salmon del Atlantico, Salmon del Pacifico no demostrado, Trucha reservorio	Peces salmonideos y no salmonideos	Generos Onchorhyncus, Salmo y Salvelinus	Salmon coho, del Atlantico Trucha arcoiris
Tejidos afectados	Higado, grasa perivisceral, ganglios y corazon	Riñon, bazo y pancreas	Riñon, corazon y sangre	Riñon, bazo, hígado, musculo, piel corazon
Dosis infectante	Desconocida	Al menos 10^3 TCID ₅₀ por ml	Desconocida	10^3 TCID ₅₀ ml intraperitoneal
Metodos diagnosticos	Aislamiento en cultivos, inmunofluorescencia, PCR	Aislamiento, histopatologia seroneutralizacion, etc	Cultivos bacterianos, anatomo patologico	Aislamiento en cultivos, visualizacion microscopia inmunofluorescencia
Sobrevivencia e inactivacion	Inactivado a T° mayores a 55° inestable en ambiente marino	Altamente resistente	Sobrevive 21 dias en sedimento y fecas	
Paises que la han reportado	Escocia, Noruega, Islas Faroe	Dinamarca, Escocia, Irlanda Noruega, Suecia, EEUU	Dinamarca, Escocia, Islandia Noruega, Suecia, EEUU	Irlanda, Noruega

	EHN	IHN	OMV	Furunculosi	VHS
ENFERMEDA	Necrosis hematopoyetica	Necrosis hematopoyetica		Furunculosi	Septicemia viral
Agent	Virus Iridovirida	Virus	Oncorhynchus masou	Aeromonas	Virus
Vias de	Horizontal	Horizontal y	Horizontal y	Horizontal y vertical no	Horizontal, vertical aun demostrad
Especies	Trucha arcoiris, Salmon Atlántic	Salmonidos en	Salmon coho, arcoiri	Salmon del trucha arcoiris portado	Trucha arcoiris, trucha Salmon del
Tejidos	Riñon, higado,	Riñones, ciegos piloricos, higado,		Piel, higado, bazo	Riñon, bazo, intestino,
Dosis	Desconocid	Menor a $4 \text{TCID}_{50} \text{ml}$	Desconocid	Menos de 1 UFC	
Metodos	Aislamiento viral en	Aislamiento en inmunofluorescencia, blotting,	Aislamiento y inmunologic	Cultivos	Aislamiento viral en seroneutralizacion, blotting,
Sobrevivencia e	Sensible a pH, mayor a	Sensible a calor, pH, lipidicos,	Labiles a y pH extremos, ademas sensible a	Resistente a luz	Resiste a la T° altas, solventes y a
Países que la han	Australi	EEU		Atipicas: Australia,	Dinamarca, Irlanda, Suecia,

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

ANTECEDENTES

La Salmonicultura desde hace varios años se ha consolidado como una de las industrias de mayor crecimiento dentro del que hacer económico de Chile, llegando a representar en el año 2000 el cinco por ciento del total de exportaciones del país, con retornos cercanos a los 1.000 millones de dólares.

Algunos especialistas más optimistas estiman que para el bicentenario de Chile, la Salmonicultura generará retornos cercanos a los 2.825 millones de dólares, con un volúmen de producción de 565 mil toneladas netas exportables (Aquanoticias, N°5 Abril, 2000).

De acuerdo a Contreras y Mardones (2000), para alcanzar los volúmenes definidos para finales de la década, se requerirá incubar unos 1.000 millones de ovas de origen nacional y unos 360 millones de ovas importadas, de no variar los actuales modelos de abastecimiento.

De lo anterior surgen algunas preguntas claves para el logro de estas metas de crecimiento, ¿Existe un manejo adecuado de las ovas importadas que logren evitar el ingreso de nuevas enfermedades?, ¿La industria salmonicultora cuenta con tecnología eficiente para la prevención y control de enfermedades?, ¿ La industria salmonicultora podría mantener su ritmo de crecimiento ante un cierre de las importaciones de ovas?.

SIGNIFICANCIA DE LA IMPORTACION DE OVAS

Como se ha señalado con anterioridad, una misma investigación según Hernandez (1993), puede abarcar fines **exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos**. Considerando que el grado de conocimiento de temas tales como la importancia de la producción nacional y la importación de ovas en la industria salmonicultora chilena es escasa y prácticamente inexistente, se considerara el desarrollo de un estudio de tipo exploratorio, el cual considera el estudio de variables tales como:

meses de producción de ovas con ojo de salmón del Atlántico, salmón del Pacífico y trucha; meses de producción de smolts a partir de ovas nacionales e importadas; y meses de producción de carne de las tres principales especies cultivadas en nuestro país. A través de esta metodología se determinaran las tendencias en una industria tan cambiante y creciente como lo es la industria salmonicultora chilena.

En conjunto con el estudio exploratorio se desarrollo el estudio descriptivo, el cual consistio en medir las siguientes variables: cantidad de ovas requeridas para la producción de smolts, cantidad de smolts utilizados para la producción de carne, la importación de ovas por parte de la industria salmonicultora chilena y su posible efecto sobre la producción de carne de salmón y trucha.

EVALUACION DE RIESGOS DE ENFERMEDADES EN SALMONIDOS PRODUCTO DE LA IMPORTACION DE OVAS

INTRODUCCION

El análisis de riesgo es una metodología de uso creciente en salud animal, particularmente utilizada por servicios veterinarios que toman decisiones sobre los efectos de importaciones de productos o animales (MacDiarmid, 1993). Por definición es un proceso lógico a través del cual los riesgos pueden ser evaluados a partir de información científica disponible y/o de la opinión de expertos.

Mediante los análisis de riesgo, organismos que toman decisiones en salud animal, pueden enfrentarse con un peligro potencial a través de un proceso lógico y estandarizado que según (Wooldridge *et al.*, 1996) debe incluir la identificación y medición del riesgo, manejo o gestión de riesgos y la comunicación de riesgo como se observa en la figura 1.

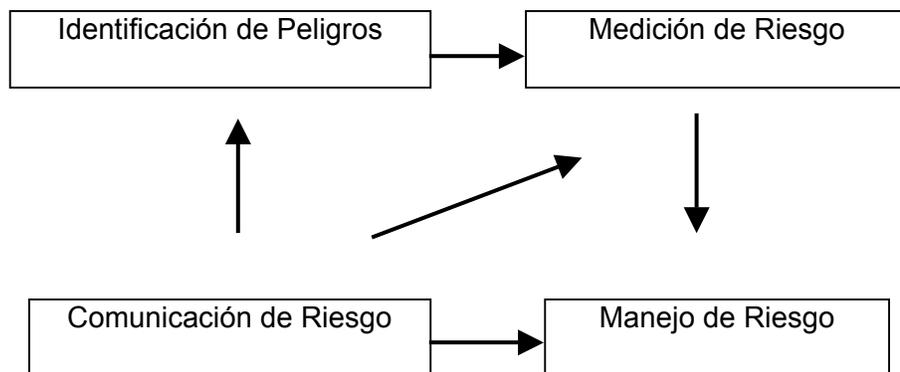


Figura N°1: Fases del proceso de Análisis de Riesgo

El análisis de riesgo es una herramienta que utilizan los países para evaluar procesos de importación y demostrar decisiones bajo las normas del Acuerdo Fito y Zoonosanitario de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

El análisis de riesgo es una herramienta metodológica que según el Código Sanitario Internacional para los Animales Acuáticos (OIE, 2001) debe incluir las siguientes etapas:

- Identificación de peligros.
- Evaluación de riesgo.
- Gestión de riesgo.
- Comunicación de riesgo.

A través de las evaluaciones de riesgo, corresponde estimar **la probabilidad del peligro y las consecuencias ligadas al mismo**. La evaluación de riesgo a su vez se compone de cuatro etapas:

1. Evaluación de la difusión o introducción de un agente o enfermedad.
2. Evaluación de la exposición
3. Evaluación de las consecuencias
4. Estimación del riesgo

Respecto a los puntos anteriores la O.I.E. plantea lo siguiente:

- La evaluación de la *difusión* consiste en describir el o los procesos biológicos necesarios para que una Etapas de la evaluación de riesgos de la OIE actividad de importación provoque la «*difusión*» (o sea, *la introducción*) de un peligro en un medio determinado, y en estimar la probabilidad de que se desarrolle el proceso completo. La evaluación de la difusión describe la probabilidad de «difusión» de cada uno de los peligros posibles en cada circunstancia, en función de las cantidades y del momento, así como los cambios que pueden resultar de diversas acciones, circunstancias o medidas.
- La evaluación de la *exposición* consiste en describir el o los procesos biológicos necesarios para que las personas y los animales acuáticos o terrestres del país importador se vean expuestos a los peligros, y en estimar la probabilidad de advenimiento de esa exposición y de propagación o radicación de los peligros.

La probabilidad de exposición a los peligros identificados se estima con relación a determinadas condiciones de exposición, en función de las cantidades, el momento, la frecuencia, la duración de la exposición, las vías de exposición y del número, la especie y otras características de la población humana y de la población de animales acuáticas o terrestres expuesta a los peligros.

- La *evaluación de las consecuencias* consiste en identificar las posibles consecuencias biológicas, medioambientales y económicas. Debe existir una causa por la cual las exposiciones a un peligro presenta consecuencias sanitarias, medioambientales o socioeconómicas perjudiciales.
- La *estimación del riesgo* consiste en sumar los resultados de la evaluación de la difusión, la evaluación de la exposición y la evaluación de las consecuencias para medir todos los riesgos asociados a los peligros identificados. La estimación del riesgo considera todo el proceso de materialización de un riesgo, desde el peligro identificado hasta el efecto no deseable.
- La *apreciación del riesgo* es el proceso que consiste en comparar el nivel de riesgo estimado por la evaluación del riesgo con el nivel de protección considerado apropiado por el país importador (*riesgo aceptable*).

Evaluación cualitativa de riesgo

Una evaluación del riesgo puede ser cualitativa o cuantitativa. Según la O.I.E. (2001) la

– **La evaluación del riesgo pueden ser de tipo:**

–**CUANTITATIVA**

» Evaluación en la que los resultados se expresan en cifras, en forma de probabilidades o de distribución de probabilidades.

–**CUALITATIVA**

» Evaluación en la que los resultados sobre la probabilidad del incidente y la magnitud de sus consecuencias se expresan en términos cualitativos como alta, mediana, baja o insignificante.

evaluación cualitativa no requiere competencias particulares en materia de modelación matemática y por eso se utiliza con frecuencia para las decisiones corrientes. Son válidos tanto el método de evaluación cualitativa como el de evaluación

cuantitativa, pues aunque el análisis cuantitativo permite examinar más a fondo un problema particular, los métodos cualitativos pueden ser más pertinentes si los datos disponibles son escasos, como suele ocurrir con las especies acuáticas.

La evaluación cualitativa del riesgo no involucra la cuantificación de los parámetros, utiliza escalas descriptivas para evaluar la probabilidad de ocurrencia de cada evento. En general este tipo de evaluación se utiliza (OIRSA, 2001):

- Como una evaluación inicial para identificar situaciones que ameritan un estudio más profundo.
- Cuando el riesgo percibido no justifica el tiempo y esfuerzo que requiere un análisis más profundo.
- Cuando no existe información suficiente para la cuantificación de los parámetros.

Según el Grupo de Análisis de Riesgo para las Américas (2002), el término cualitativo cubre dos tipos diferentes de la evaluación de riesgo. El primero es por naturaleza descriptiva y el segundo emplea métodos y técnicas cualitativas formales.

Las evaluaciones de riesgo descriptivas se basan en una fuerte narrativa de eventos y factores principales. El resultado final de este tipo de evaluaciones del riesgo es una opinión sobre la categorización de un grado o nivel de riesgo (alto, mediano, bajo, mínimo, etc.). Pero, a diferencia de una evaluación de riesgo descriptiva, este producto final es más que una opinión juiciosa. Es, más bien, una medida que puede replicarse bajo otras circunstancias.

Se han utilizado diferentes escalas cualitativas de riesgos las cuales incorporan la probabilidad de ocurrencia de las enfermedades y el nivel de consecuencias si éstas se establecen como producto del proceso de importación. Mayores antecedentes sobre las diferentes escalas utilizadas por OIRSA (1999), AQIS (1999) y se encuentran en el *Anexo 1*.

Otras metodologías de evaluación de riesgos incluyen una estimación semicuantitativa de las probabilidades de establecimiento y de consecuencias de una

enfermedad. Estas metodologías incluyen la opinión de expertos traducidas en probabilidades de ocurrencia y de consecuencias.

Estas metodologías han sido descritas por la Agencia de Inspección de Alimentos de Canada (2000) en La Guía para Análisis de Riesgos de Importaciones (Biosecurity Australia, 2001) y por Vose (2001). Mayores antecedentes de estas metodologías se encuentran en el *Anexo 1*.

METODOLOGIA EVALUACION DE RIESGOS

La evaluación de riesgos para la introducción y establecimiento de enfermedades de salmónidos a través de la importación de ovas considero tres etapas:

ETAPA 1: Identificación del proceso de importación de ovas

Basándose en la información recopilada durante la etapa de revisión bibliográfica, se diseñó un cuestionario con el fin de validar la estructura o flujo del proceso de importación de ovas a Chile. El método utilizado para este cuestionario fue el “**Panel Delphi**”, el cual hace proyecciones de una consulta a un panel de expertos, los cuales alcanzan un consenso frente a las consultas y opiniones emitidas.

La definición del panel se realizó basándose en parámetros profesionales como cargo que desempeña, años de experiencia en el área de la salmonicultura, título profesional, actividades académicas y profesionales, número de publicaciones científicas, etc. De esta manera el panel se constituyó por importadores de ovas, expertos del área gubernamental, patólogos y médicos veterinarios de ejercicio privado, académicos universitarios, investigadores y gerentes de producción pertenecientes a empresas productoras de salmonídeos. La identidad de los expertos se mantuvo en reserva hasta la obtención de los resultados en orden a no alterar la metodología en curso.

El instrumento encuesta (*Anexo 2*) se diseñó con una estructura básica de 29 preguntas (para este objetivo se utilizaron las preguntas (3 a la 18) y fue distribuido personalmente a cada experto por separado (respuesta personal) durante el mes de Junio del 2002.

Los modelos de enfermedades que fueron incluidos en la encuesta del Panel DELPHI son Anemia Infecciosa del Salmón (ISA) y Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN)

Estas enfermedades fueron seleccionadas basado en dos criterios:

- 1) ISA es una enfermedad exótica para el país e IPN es una enfermedad de tipo endémica en Chile.
- 2) La transmisión vertical en IPN esta demostrada científicamente y con respecto a ISA, ésta aún no se comprueba.
- 3) ISA e IPN han sido incluidas en la Lista de enfermedades de alto riesgo en el nuevo reglamento sanitario.
- 4) Interes de la industria, ISA es una enfermedad de alto impacto potencial e IPN es la enfermedad endémica de menor impacto debido entre otros a métodos de control disponibles (vacunación).

Posterior a la primera circulación del cuestionario, se procedio a realizar una segunda circulación en la que se informaron los resultados de la primera circulación donde se consulto a los expertos si mantenían o cambiaban su opinión. Luego de esta segunda ronda se espera que el consenso se haya logrado y se procede a obtener las conclusiones de esta etapa. Como el objetivo del consenso en algunas preguntas no fue logrado, se llevó a cabo una tercera circulación del cuestionario Delphi. Las conclusiones son discutidas en este documento junto a sus resultados.

El proceso de importación de ovas pasa por variadas etapas desde su producción en el país de origen hasta la recepción de las ovas en Chile. La sistematización del proceso de importación nos permitiría identificar las principales etapa por las cuales el peligro o las enfermedades pueden ser transferidas en la cadena de importación.

Los procesos desde la importación de ovas en el país de origen hasta el destino final se dividen en tres grandes etapas:

- Procesos que ocurren en el país de origen para llevar al despacho de las ovas hacia Chile.
- Procesos que comprometen al transporte desde el país de origen hacia Chile
- Procesos que ocurren en Chile para que el cargamento de ovas sea efectivamente recibido y guiado a su centro de destino.

En cada etapa del proceso de importación existen riesgos que las ovas certificadas como libres de patógenos puedan contagiarse con agentes patógenos por vía horizontal. Para la tabulación de los resultados, se procedió en primer lugar a construir una planilla en una hoja de cálculo Excel logrando de esta manera el rápido manejo de la información. Una vez concluida la tabulación fue necesario construir la función de consenso, de manera tal que fuese posible identificar en cuáles preguntas el panel de expertos había logrado un acuerdo mayoritario. De acuerdo a la bibliografía consultada se recomienda aceptar que se ha producido consenso al encontrarse que al menos un 50% de los encuestados coincide en dar una misma respuesta. Esta condición será un estimador de consenso eficiente en la medida de que la omisión de los encuestados no sea muy alta, ya que de otra manera podría darse el caso de obtener consenso sólo habiendo obtenido una respuesta válida.

De esta manera se tomó la decisión de exigir como criterio un mínimo de 60% de coincidencias en las respuestas para aceptar la existencia de consenso. En segundo lugar, el nivel de omisión, no debió ser mayor a un 30% del total de las respuestas para que el consenso obtenido fuese válido.

La razón que llevó a que se aumentara el porcentaje de coincidencia es que el panel de expertos utilizado posee una gran heterogeneidad. Se busca evitar que los consensos se hubiesen logrado sólo por azar, por lo tanto, se decidió elevar el porcentaje mínimo de coincidencia, fijando el porcentaje máximo de omisión en un cincuenta por ciento del valor de coincidencia necesario para obtener el consenso.

Al analizar los datos de la primera vuelta de la encuesta fue posible observar que las preguntas uno, dos, diez y once presentaban un alto nivel de omisión, niveles que

fluctuaron por sobre el 80%. Al intentar encontrar las causas de esta distribución se llegó a la conclusión de que la información requerida era muy difícil de obtener a través de un panel de expertos. Dado esto se tomo la decisión de obtener la información desde otras fuentes, y de paso atenuar el trabajo de los expertos que debían responder la encuesta en la segunda circulación.

La encuesta de la segunda circulación se elaboró sobre la base de los resultados obtenidos en la primera vuelta. En esta fase los cuestionarios además de las preguntas, deben contener la respuesta entregada por cada experto en la vuelta anterior y la información correspondiente a las respuestas de los demás expertos durante la primera vuelta. Se logró entregar la información requerida por medio de una pequeña matriz al pie de cada pregunta en la cual se presento la distribución de las respuestas del panel de expertos en la primera vuelta. En síntesis, cada cuestionario era diferente para cada experto.

Al analizar los resultados de la segunda vuelta se hizo clara la necesidad de llevar a cabo una tercera ronda que permitiese lograr los consensos que no se habían podido lograr en las dos rondas anteriores. La metodología empleada fue muy similar a la segunda vuelta.

El objetivo que posee entregar la matriz de respuestas de los demás expertos es lograr la retroalimentación de la información entre los expertos. Por último en las preguntas en las cuales ya había sido logrado el consenso, no se solicitó nuevamente una respuesta en esta segunda circulación.

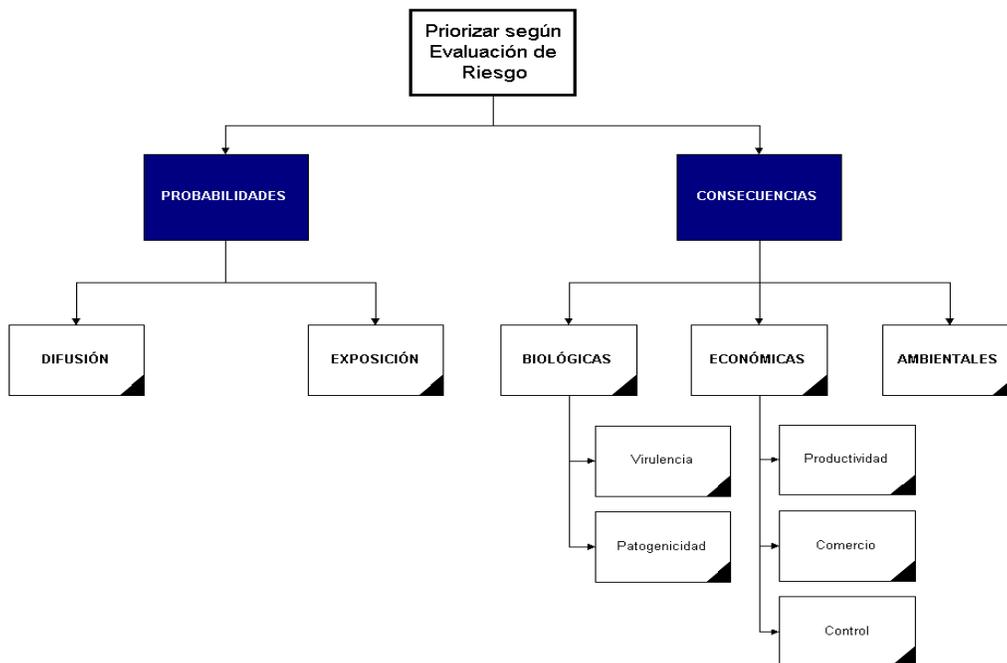
La encuesta fue presentada una segunda vez a los expertos en las ciudades de Puerto Montt, Valparaíso y Santiago durante el mes de Diciembre del 2001.

ETAPA 2: EVALUACIÓN CUALITATIVA

La metodología de la evaluación de riesgo cualitativa utilizada se basó en el AHP (Analytic Hierarchy Process), el cual permite ordenar el problema de toma de decisiones en una estructura jerárquica. Además, la metodología recoge la opinión de expertos en cuanto a la importancia o pesos relativos de ellos según sus juicios de valor.

Tomando como base y como guía los criterios o aspectos que considera la O.I.E. para una evaluación de riesgo, se presentó al grupo de expertos una estructura jerárquica de criterios para ser discutida, validada y estimar la importancia relativa de ellos (figura 2).

Figura N°2: Estructura Jerárquica de 4 niveles.



Los criterios considerados dentro de la metodología AHP fueron definidos como:

1. *Objetivo*

Evaluar el riesgo de introducción de enfermedades infectocontagiosas a través ovas de salmónidos de la entidad país exportador-enfermedad

2. Probabilidades

Evaluar las probabilidades de difusión y exposición de enfermedades a través de ovas importadas.

a) **Difusión:** Probabilidad de introducción de una enfermedad infectocontagiosa de salmónidos a través de ovas importadas. Esto considera todo el proceso de importación de ovas definido en los resultados de la etapa 1.

b) **Exposición:** Probabilidad de advenimiento de la exposición de los salmónidos a un agente patógeno, de propagación y establecimiento de la enfermedad.

3. Consecuencias

Evaluación de las consecuencias o impactos que generaría la exposición a la enfermedad.

A) **Biológicas:** Consecuencias o impactos biológicos que ocasionaría el establecimiento de la enfermedad.

a.1 Virulencia: Grado de severidad de la enfermedad causada por el agente en los salmónidos.

a.2 Patogenicidad: Capacidad del agente para producir la enfermedad en salmónidos.

B) **Económicas:** Consecuencias o impactos económicos que ocasionaría la radicación del agente-enfermedad en las empresas del sector.

b.1 Productividad: Impacto en la productividad de los sistemas o empresas.

b.2 Comercio: Impacto en el comercio internacional de productos salmónidos.

b.3 Control: Costo de las medidas de control y erradicación.

b.4 Ambientales: Consecuencias o impactos ambientales que ocasionaría la radicación del agente-enfermedad y las medidas de control en los ecosistemas.

La Metodología AHP incluye en su primera fase, la selección de los expertos. Los expertos fueron seleccionados bajo los siguientes criterios:

- El experto debía poseer experiencia y excelencia en áreas relacionadas con los temas de enfermedades y producción de salmónidos.
- El experto debía pertenecer al sector público, privado o académico y que implicara conocer y manejar información actualizada sobre la situación de la producción, salud animal y/o comercialización de salmónidos.

Bajo las premisas anteriores, se invitó a participar personas del sector:

- Privado: Médicos Veterinarios u otros profesionales vinculados a las empresas de producción de salmónidos, específicamente en el tema salud animal, producción, diagnóstico de enfermedades.
- Académico: Académicos de Universidades vinculados a la epidemiología, producción o patologías de peces.
- Público: Representantes de Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).
- Investigación: Representante del Instituto Tecnológico del Salmón (INTESAL)

Para la estimación de los pesos relativos de los criterios, se realizaron reuniones individuales con los expertos. A cada experto se le entregó un cuestionario (Anexo N°3) en el cual se explica la etapa metodológica y como se debe completar las preguntas. Los expertos emitieron sus juicios de valor con respecto a la importancia relativa de los criterios en los distintos niveles de la estructura jerárquica. Para esto se utilizó la escala de valor del AHP, en una secuencia de comparaciones de a pares.

Los expertos emitieron sus juicios de valor al comparar las alternativas “país exportador-enfermedad” dentro de cada criterio de la estructura jerárquica. Para este modelo en particular se utilizó el AHP en su modo ideal, el cual se utiliza para obtener la mejor alternativa sin tener en cuenta las otras alternativas.

En reuniones individuales con los expertos se completó un cuestionario diseñado para recoger los juicios de importancia en cuanto a las probabilidades de difusión y exposición y las posibles consecuencias o impactos.

Las alternativas o entidades país-enfermedad (ver Anexo N°3) fueron seleccionadas sobre la base de los siguientes criterios:

- País: Mayor volumen histórico de importación de ovas.
- Enfermedades:
 - a) Clasificación de enfermedades según la O.I.E., dando preferencia a las de declaración obligatoria.
 - b) Preferencia por enfermedades exóticas o de distribución restringida en el territorio nacional.

Metodológicamente se consideraron ocho alternativas según una selección realizada previamente por los expertos de acuerdo a la presencia de las enfermedades en el país de origen y a los volúmenes de importación de ovas del respectivo país.

Según los criterios de selección, las alternativas país-enfermedad consideradas en el modelo fueron:

- A) Dinamarca-VHS
- B) Dinamarca-IPN
- C) Dinamarca-BKD
- D) Escocia-ISA
- E) Escocia-IPN
- F) Escocia-BKD
- G) Irlanda-VHS
- H) Irlanda-SRS

ETAPA 3: Evaluación Semicuantitativa

La estimación de las probabilidades se puede llevar a cabo tanto por métodos cualitativos o cuantitativos, dentro de estos últimos se encuentran los métodos estocásticos como también los métodos determinísticos.

Los métodos de cálculo estocásticos presentan una serie de ventajas por sobre los métodos determinísticos, entre los cuales es posible mencionar la incorporación a sus resultados del factor de incertidumbre de los fenómenos biológicos. Esta incorporación representa un avance sustancial por sobre los métodos determinísticos ya que por una parte evita la utilización de escenarios del tipo “que pasaría si” y por otra es posible que se ajusten a la totalidad de los posibles casos evaluándolos en su conjunto, de tal manera que los resultados finales obtenidos se ajustan a la realidad de mejor manera.

Estimación de las consecuencias

Por otra parte la estimación de las consecuencias y su magnitud implica dos niveles de análisis. El primero es identificar que factores se pueden ver afectados por la presencia de una enfermedad. Este primer nivel es por lo general común a la totalidad de los problemas de salud animal. Es decir, al llevarse a cabo una vez, puede permitir ser utilizado en múltiples situaciones y enfermedades, sólo siendo necesario llevar a cabo modificaciones menores en casos excepcionales.

El segundo nivel de análisis esta integrado para determinar el impacto de una patología dada en cada uno de los factores identificados en el primer nivel. Esta identificación del impacto puede ser llevada a cabo de manera cuantitativa o cualitativa. La identificación cuantitativa se refiere a estimar las pérdidas monetarias ocasionadas en cada uno de los factores y luego llevar a cabo una sumatoria con el fin de estimar el total de pérdidas. Este tipo de evaluación es difícil de llevar a cabo en un estudio a priori como es el objetivo de los análisis de riesgo, presentando aun mayores dificultades en el caso de que la patología evaluada sea exótica, ya que no existen antecedentes en el país de su forma de presentación y velocidad de diseminación concretas entre muchas otras dificultades, tales como determinar el monto de las pérdidas indirectas.

La determinación cualitativa de la magnitud de las consecuencias presenta una serie de ventajas por sobre la evaluación cuantitativa. Por una parte el requerimiento de información es menor, por otra no es necesario que el evento se haya producido alguna vez en el territorio para que la estimación posea un mínimo aceptable de calidad y por último permite un mejor manejo posterior de los resultados. Pero este tipo de evaluación posee desventajas entre las cuales resalta su posible sesgo determinado por la falta de antecedentes adecuados o por las percepciones personales de los evaluadores, que puedan tender en un momento dado a sobre estimar los efectos de alguna patología.

Como ya fue mencionado el riesgo es definido como la probabilidad y la magnitud de las consecuencias de un evento adverso. De esta definición es posible concluir que el riesgo es un concepto único y posee una clasificación final propia.

Esta clasificación en términos generales corresponde a una escala ordinal de conceptos que permiten definir genéricamente al riesgo como alto o bajo, existiendo clasificaciones más refinadas que incluyen tantos elementos intermedios como se desee. Los elementos de origen o parámetros (probabilidades y consecuencias) del riesgo pueden poseer diferentes naturalezas en función al tipo de dato obtenido en los resultados, es decir pueden ser cualitativos o cuantitativos. De este punto es posible desprender que existen diversas combinaciones de naturaleza de datos lo que implica una dificultad al momento de fusionar ambos conceptos, probabilidad y consecuencias, en uno sólo tal como es el riesgo. Una posible solución a este problema esta dada por la transformación de los datos desde una escala cuantitativa a una cualitativa o viceversa de manera de hacer equivalentes ambos sistemas de medición.

En el caso de la estimación de las probabilidades diversos autores proponen escalas de conversión. Dichas escalas son en esencia arbitrarias y representan diferentes funciones de preferencia de los centros de decisión.

En el caso de la estimación de las consecuencias es aun más complejo llevar a cabo una conversión de escala cuantitativa a cualitativa ya que las pérdidas monetarias no necesariamente se ajustan a una función de consenso con relación a su magnitud, ya que posee un mayor grado de subjetividad el declarar que un determinado monto es

insignificante o catastrófico. Por ejemplo, no puede decirse que un millón de dólares es una pérdida irrelevante para un estado africano, en cambio una pérdida de un millón de dólares en una nación industrializada probablemente no causara mayores problemas, pero aún así depende de que tipo de industria es la afectada y de otros factores. Del mismo modo transformar una estimación cualitativa a valores cuantitativos presenta altos grados de dificultad.

Una vez transformadas las escalas de medición, debe ser considerado otro aspecto del problema y que consiste en lograr una fusión de los resultados tanto de la *estimación de las probabilidades como de la estimación de las consecuencias*. Dicha fusión ha sido propuesta tanto para el caso de que ambos parámetros estén medidos en escala cualitativa como para el caso de que ambos estén medidos en escala cuantitativa.

En el caso de que ambos parámetros se encuentren en escala cualitativa la solución que ha sido propuesta es la utilización de una matriz de riesgo, que contempla en uno de sus costados, la escala de probabilidades y en uno de los lados contiguos la escala de medición de consecuencias. En el cuerpo de dicha matriz se encuentra una estimación del riesgo resultante para cada una de las *combinaciones de probabilidades y consecuencias*. Esta misma solución se ha entregado para estimar una calificación de probabilidades final en el caso de que ellas hayan sido estimadas considerando por separado las probabilidades de exposición y de difusión del agente patógeno.

Tabla N°4 Ejemplo de matriz para la evaluación de Riesgo.

Probabilidades	a	aA	aB	aC	aD	aE	aF
	b	bA	bB	bC	bD	bE	bF
	c	cA	cB	cC	cD	cE	cF
	d	dA	dB	dC	dD	dE	dF
	e	eA	eB	eC	eD	eE	eF
	f	fA	fB	fC	fD	fE	fF
	g	gA	gB	gC	eD	gE	gF
		A	B	C	D	E	F
Consecuencias							

Si ambos parámetros están medidos en escala cuantitativa la solución que se ha propuesto es llevar a cabo una multiplicación de los valores de probabilidades por la cuantificación monetaria de las consecuencias. Esta forma de cálculo ha sido ampliamente discutida ya que en primer lugar y a pesar de que los valores resultantes son

evidentemente dependientes de los valores iniciales finalmente no son una estimación del riesgo. Además sólo entregan un ordenamiento y no se obtiene el nivel de riesgo final de forma explícita. Por último esta metodología se ideó para ser utilizada en árboles de decisión en los cuales se comparan dos alternativas equivalentes, pero en el caso de los análisis de riesgo no siempre existen alternativas equivalentes o si existen no hay un patrón estandarizado con el cual comparar los resultados de manera tal de poder cualificar el riesgo.

CARACTERISTICAS DEL MODELO GENERAL

Basado en la programación del objetivo, en esta etapa se identificó y estructuró un modelo base o árbol de eventos para la medición de riesgo cuantitativa. Este modelo se adjunta en el Anexo 4.

El modelo muestra las principales etapas productivas y de control sanitario por las cuales el peligro o agente patógeno puede transmitirse desde un país de origen hasta el destino final, el centro productivo en Chile que importa las ovas.

Este modelo fue validado previamente como proceso por un grupo de expertos de la industria salmonera y del Servicio Nacional de Pesca. Junto con la participación de estos expertos se decidió seleccionar dos enfermedades asociadas a diferentes países que implicara la cuantificación de la probabilidad de introducción de estos agentes o peligros:

- a) Anemia Infecciosa del Salmón (ISA), a través de la importación de ovas desde Noruega.

- b) Anemia Infecciosa del Salmón (ISA) y Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN), a través de la importación de ovas desde Escocia.

Estos peligros y los países fueron seleccionados debido a la calidad, accesibilidad de la información y a las diferencias epidemiológicas entre estas dos enfermedades. ISA es una enfermedad que se desconocen aspectos sobre su transmisión y mantención de especies silvestres como reservorios. IPN por otra parte es una enfermedad en la cual

esta claramente demostrado su transmisión vertical y su enorme capacidad de diseminación.

Las enfermedades y los países fueron seleccionados por los siguientes criterios:

- 1) Ambas enfermedades son de tipo viral y se encuentran ampliamente distribuidas a nivel mundial, afectando a especies salmonídeas
- 2) La disponibilidad de información desde ambos países. El servicio Nacional de Pesca dispone de información completa de los centros reproductores de Escocia y Noruega que proveen de ovas a empresas nacionales (Landcatch, Aquagen).
- 3) ISA es una enfermedad que ha afectado fuertemente a los centros de producción en Noruega y ha ocurrido esporádicamente en Escocia, países desde los cuales se importan ovas.
- 4) ISA es una enfermedad que se desconocen aspectos sobre su transmisión y mantención de especies silvestres como reservorios. IPN por otra parte es una enfermedad en la cual esta claramente demostrado su transmisión vertical y su enorme capacidad de diseminación.

Otros aspectos a considerar en cuanto a IPN e ISA, es que estas enfermedades han pasado a ser una de las principales patologías a las que se ha visto enfrentada la salmonicultura en los últimos 5 a 7 años. Las enfermedades virales no poseen tratamientos, no son afectadas por el uso de antibióticos y además, ambas enfermedades han adquirido connotación y preocupación en todos los países productores de salmón y trucha. Adicionalmente, para ambas enfermedades aún no existen vacunas de probada efectividad. En el caso del IPN, se conoce la gran resistencia del virus, tanto al medio ambiente como a la acción de desinfectantes

Estos elementos fueron considerados para elegir al IPN, dentro de las enfermedades que presentan un riesgo latente de ingresar al país, hecho que por lo demás ya habría ocurrido tanto desde USA como de Europa, probablemente desde Noruega, de acuerdo a las cepas encontradas y clasificadas en Chile.

En los estudios de casos el modelo general será adaptado dependiendo de las características del país, la enfermedad y de los mecanismos de transmisión para cada uno de estos peligros. El desarrollo de la metodología cuantitativa de riesgo contempla la documentación del modelo teórico que refleja la transmisión del riesgo desde el país de origen a través de las ovas hacia el país de destino, en este caso Chile.

El modelo general o árbol de eventos fue dividido en dos etapas:

- ETAPA 1: Eventos que ocurren en el país de origen
- ETAPA 2: Eventos que ocurren en el país de destino

Es posible identificar cinco eventos a los cuales les fueron calculadas sus respectivas probabilidades. Dichos eventos son presentados en la figura 3.

Eventos a considerar en el país de origen:

- a) **Selección de los reproductores:** Los reproductores pueden ser seleccionados desde centros de agua de mar, centro de reproductores o bien desde un centro de agua dulce. A través de cualquiera de estas alternativas los reproductores pueden entrar a un proceso de selección. Un evento en paralelo podría ocurrir en este nivel, por ejemplo, si la selección es exclusivamente por criterios productivos o se agrega el criterio sanitario a través de pruebas diagnósticas o bien el historial clínico del reproductor.
- b) **Infección paralela:** Los peces se pueden infectar por tres vías: en su desarrollo en el centro por otros peces en su contacto con peces silvestres o bien por manejo en otros centros durante el desarrollo de los peces. Si ocurre la infección, los peces pueden o no demostrar signos clínicos de IPN o ISA. Si se aplica tratamiento, existe la probabilidad que los tratamientos no sean efectivos para eliminar la infección y existe por lo tanto, la probabilidad que los peces que se recuperan se mantengan como portadores sanos de la enfermedad.

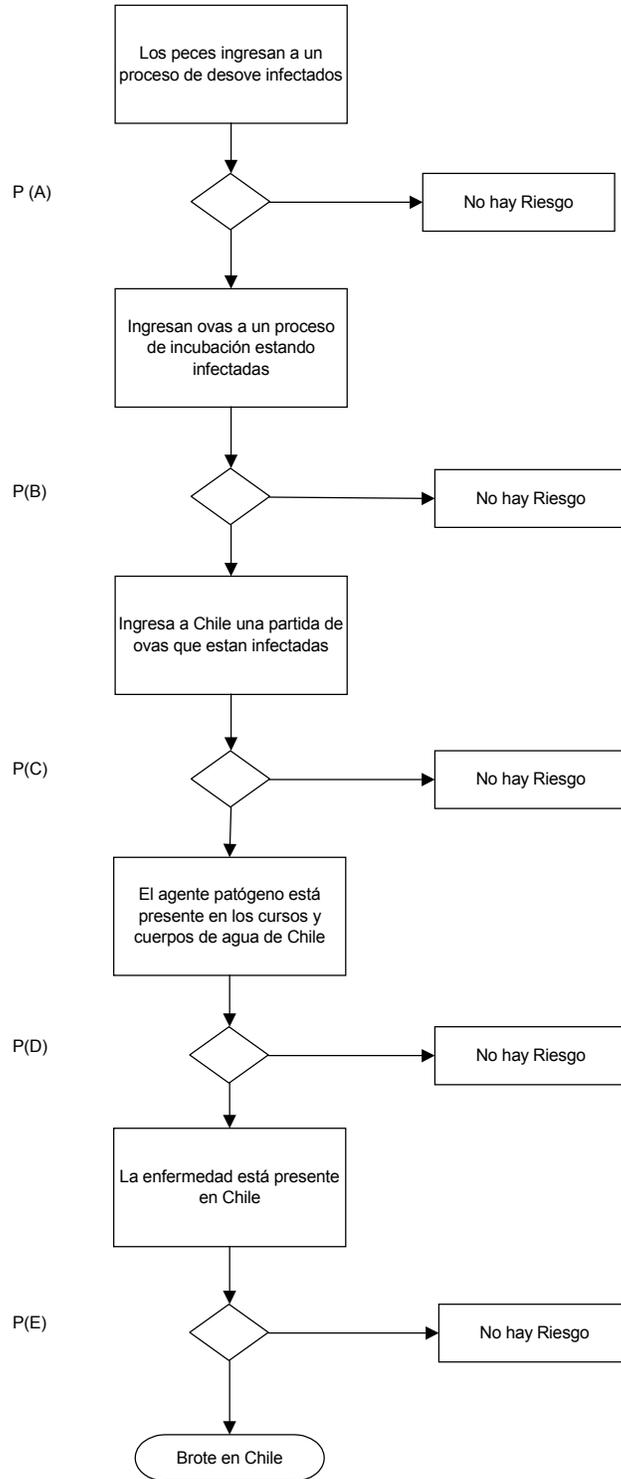
- c) **Transporte al desove:** Los reproductores podrían infectarse en el transporte al desove por mecanismos físicos o bien a través de aguas que se encuentren infectadas antes del desove, o por un manejo inadecuado de los reproductores en otros centros antes del desove.
- d) **Desove:** El desove es uno de los procesos críticos en la potencial infección de las ovas debido a las condiciones de estrés al cual son sometidos los peces reproductores. En este proceso el agente patógeno puede transmitirse al interior del gameto (IPN) o bien transmitirse en la superficie de la ova producto de la contaminación horizontal durante el desove. Los procesos de fecundación, hidratación, desinfección podrían alterar los mecanismos de transmisión de un agente patógeno a través de las ovas.

Durante el desove, un mecanismo paralelo al flujo principal de riesgo es la posibilidad que diagnósticos posteriores al desove, es decir a los grupos de ovas producidas no detecten adecuadamente el agente patógeno específico y si ocurre la identificación de los grupos de ovas positivas, un porcentaje de ellos no se eliminan efectivamente.

Un segundo mecanismo paralelo que podría aumentar el riesgo de infección de las ovas en este nivel es la naturaleza de las fuentes de agua para la incubación. Las aguas utilizadas podrían mezclarse entre las bateas que contienen las ovas o bien las aguas podrían contener el agente patógeno. A través de este mecanismo, si las aguas entre bateas sanas e infectadas se mezclan, existe la probabilidad que ovas se infecten o que las ovas se infecten por aguas contaminadas con el agente.

- e) **Incubación:** En el proceso de picaje es posible que vectores mecánicos en la manipulación de las ovas puedan transmitir el agente patógeno. Si durante la observación de las ovas no existe anomalías, algunas ovas infectadas podrían continuar la incubación sin ser detectadas. El shocking podría afectar la sobrevivencia de ovas infectadas, por lo tanto si estas pasan esta etapa, el riesgo se transfiere a la siguiente etapa, la cual es la desinfección de las ovas en el país de origen.

Figura N°3: Arbol de Eventos (resumen).



- f) **Desinfección de las ovas:** Este proceso es muy efectivo en la mayoría de las ocasiones cuando el agente patógeno se transmite en forma horizontal. Sin embargo en agentes cuya transmisión vertical (IPN) esta demostrada o aún en algunos patógenos como ISA existe incertidumbre sobre el efecto real de la desinfección y si esta es suficiente para inactivar el virus. En este punto un mecanismo paralelo que pueda adicionarse a este riesgo es la agregación de ovas de otro origen en este nivel del cual se desconoce el nivel de la desinfección.

- g) **Sistema de certificación de la exportación:** En el proceso final de embalaje y transporte en el país de origen hacia el destino final, el rol de la autoridad sanitaria competente certifica la calidad sanitaria de las ovas lo cual es fundamental para aprobar la exportación de las ovas. Si la autoridad sanitaria certifica erróneamente un cargamento de ovas para la exportación como negativas o libres de patógenos siendo estas positivas.

Eventos a considerar en el país de destino

- a) **Certificación del ingreso de las ovas:** En la autorización del ingreso de las ovas al país existen dos criterios que son determinantes en el curso a seguir con respecto al proceso de importación.

Según el nuevo reglamento sanitario aprobado en el país, si el país y centro de origen son reconocidos, las ovas importadas van directamente al centro de incubación sin el requerimiento de una unidad de aislamiento. En el centro de cultivo las ovas son desinfectadas y existe una probabilidad que la desinfección no sea capaz de eliminar el agente.

En caso que el centro de origen no es reconocido por la autoridad sanitaria chilena, se observan las ovas y se desarrolla la desinfección en una unidad de aislamiento que tiene como requisito el control de afluentes y efluentes. En este nivel se desinfectan las ovas y la eficacia de la desinfección debe ser evaluada.

Existe la posibilidad que las ovas lleguen infectadas a los centros de destino para su cultivo donde finalmente no se detectan anomalías a la observación y sobrevivan el picaje. Posteriormente ocurre la eclosión de los peces o alevines a partir de estas ovas, éstos se desarrollan y podrían manifestar signos clínicos de la enfermedad. Si esto ocurriese la enfermedad se encontraría establecida en los centros de cultivo nacionales.

Otro punto crítico es la ausencia de eliminación de los materiales de embalaje que no son adecuadamente desinfectados y eliminados. Este mecanismo podría facilitar que estas aguas o materiales puedan mecánicamente ir a cursos y cuerpos de agua, pudiendo la infección ser transferida a poblaciones silvestres de peces o cercana a otros centros de cultivos. Los peces silvestres a su vez puedan ser portadores no detectados y pueden manifestar la enfermedad en Chile o permanecer como portadores sanos. En este nivel se podría determinar que si el agente patógeno pasa estas etapas, podría encontrarse establecido en los cursos y cuerpos de aguas nacionales.

Partidas de ovas con aguas de diferente procedencia podrían mezclarse particularmente las bateas que contienen las ovas. De esta manera puede existir la posibilidad que ovas sanas se infecten en este nivel en los centros de agua dulce de destino. Una vez que la enfermedad se establece en un centro o bien los cursos de agua contienen el agente, existe la posibilidad que peces de otros centros de cultivo se infecten por diversos mecanismos como el transporte de peces vivos entre centros, el proceso de esmoltificación, en fase de mar o engorda y la cosecha o el desove de los reproductores.

Si las medidas de control implementadas por la autoridad sanitaria chilena son eficientes en detectar el caso índice o primer brote de la enfermedad y controlar los brotes secundarios de la enfermedad, existe una probabilidad de tener un foco controlado o epidémico. En el caso de establecerse y ser una enfermedad con casos en forma frecuente, estamos en presencia del establecimiento de una enfermedad endémica.

Probabilidades calculadas

En el modelo de riesgo presentado para las enfermedades infectocontagiosas transmitidas por ovas cinco probabilidades fueron calculadas (Anexo 4):

a) La probabilidad que peces ingresen a un proceso de desove infectados (*PA*)

$$PA = (P1+P2+P3) \times P4 \times P5 \times P6 + (1-P4)$$

b) La probabilidad de que ingresen ovas a un proceso de incubación estando infectadas (*PB*).

$$PB = P7 \times P16 \times P19 + (P11+P12) \times P10 + P13 + P14 + P15 + ((1-P16) \times P17) + (P20 \times P21) + (P43 \times P23) + P18 + ((1-P18) \times P22)$$

c) La probabilidad de que ingrese a Chile una partida de ovas que están infectadas (*PC*).

$$PC = (P24+P25) \times (P26 \times P28 \times P29 \times P30) + P27$$

d) La probabilidad de que el agente patógeno esté presente en los cursos y cuerpos de agua de Chile (*PD*).

$$PD = (P32 \times P36 \times P37) + ((1-P31) \times P33) + (P34 \times P35) + (P42 \times P41 \times P40)$$

e) La probabilidad de que la enfermedad esté presente en Chile (*PE*).

$$PE = P38 \times P39$$

Esta última probabilidad depende de la capacidad del agente para sobrevivir en el medio acuático, en una forma infectiva, y la capacidad de infectar huéspedes susceptibles y de transmitirse a otras poblaciones de peces en otros centros.

Estas probabilidades pueden ser a su vez agrupadas para que se obtengan las probabilidades de Exposición y de Difusión.

$$\text{Probabilidad de Exposición} = P(A) \times P(B) \times P(C)$$

$$\text{Probabilidad de Difusión} = P(D) \times P(E)$$

Inputs del modelo

La información fue un aspecto crítico en el diseño y desarrollo del modelo de riesgo debido a que muchos aspectos del árbol de eventos son desconocidos y no existe bibliografía actualizada sobre ellos. Esto aumenta la incertidumbre de la cuantificación de la riesgo pero sigue siendo la alternativa más factible para cuantificar el riesgo.

La información que se ha incorporado en el árbol de decisiones fue consultada a un grupo de expertos de diferentes ámbitos tanto del sector público como privado y académico.

Este cuestionario de probabilidades consultados se puede observar y ver en detalle en el Anexo 5. Los inputs del modelo fueron derivados a partir de las respuestas de los expertos frente a las diferentes probabilidades consultadas.

Las probabilidades consultadas fueron obtenidas a través de un grupo de distribuciones de *tipo Pert* que permiten la inclusión de un *valor mínimo, más probable y máximo* frente a un parámetro del modelo en particular. Estas distribuciones permiten modelar la opinión de expertos en ausencia de información objetiva y publicada.

Estas probabilidades con distribución *Pert* obtenidas de las opiniones de los expertos fueron ajustadas a través de una *distribución discreta* según la fórmula entregada por Vose (2001). Esta distribución discreta pondera la opinión del experto con respecto a un parámetro en particular y el peso de la opinión de ese experto considerando su experiencia y conocimiento.

Simulación en @RISK

La utilización de estas distribuciones se encontrara condicionada a el tipo de información disponible, ya que una información con mayor incertidumbre puede llevar a utilizar distribuciones de uso más general como las Uniformes, Pert o discretas. (Vose, 1997).

Cada submodelo esta basado en la teoría clásica de probabilidades, la cual presenta en algunos casos dificultades para medir sucesos o etapas dependientes, sin embargo, utilizando otras herramientas de análisis como los métodos bayesianos sería posible corregir estas dificultades en un modelo de este tipo (Clayton y Hills, 1993).

La información o inputs de cada una de las etapas dentro de cada submodelo fue recopilada a través de diversas fuentes privadas y públicas. Posterior a ello se identificaron y validaron los inputs y se procedió a la construcción del modelo y el calculo de las probabilidades para cada enfermedad-país en el software @RISK (Palisade Corporation). La simulación del modelo de introducción y establecimiento de ISA Noruega y Escocia se desarrollo en el software @RISK. En este software, *las probabilidades utilizadas como inputs son modeladas en forma estocástica*, entregando una distribución de los resultados como probabilidades finales.

Se sometieron los modelos a 10.000 iteraciones para alcanzar la convergencia del modelo, es decir el momento en que se alcanza el resultado óptimo en cuanto a la distribución obtenida, ya que de continuar el proceso de iteración la información obtenida no representa una mejora estadísticamente significativa.

Se utilizo el método de muestreo Hipercubo Latino que es un muestreo estratificado y permite que la selección de las probabilidades en cada iteración del modelo sea más eficiente que el método Monte Carlo, a pesar de que algunos autores se inclinan por el método de Monte Carlo a que representa una expresión más pura del azar (Vose, 2001).

Una vez obtenidos los resultados se procedió a llevar a cabo la transformación de los valores de probabilidad a una escala cualitativa.

La escala propuesta para la transformación fue obtenida de las escalas utilizadas por el Servicio Veterinario Oficial Canadiense para realizar sus evaluaciones de riesgos semicuantitativas (Canadá, 2001) (Tabla 5):

Tabla N°5: Escala Cualitativa y probabilidades

Categoría	Valores	
	Mínimo	Máximo
Despreciable	0	0,00001
Extremadamente baja	0,00001	0,0001
Muy Baja	0,0001	0,001
Baja	0,001	0,01
Media	0,01	0,1
Moderada	0,1	0,5
Alta	0,5	1

Las probabilidades de exposición y de difusión fueron transformadas por medio de esta escala. En el proceso de transformación fueron considerados los valores de media, Limite de confianza superior al 90% y Limite de confianza inferior al 90%. Estos límites fueron considerados ya que de esta manera se pretendió no perder la incorporación de la incertidumbre.

Finalmente, las calificaciones de probabilidades fueron ingresadas a la siguiente matriz de probabilidades con el fin de obtener una estimación final de probabilidades (Canadá, 2001) (tabla 6).

Tabla N°6: Matriz de probabilidad de difusión y probabilidad de exposición

Difusión	Alta	Despreciable	Extremadamente baja	Muy Baja	Baja	Media	Moderada	Alta
	Moderada	Despreciable	Extremadamente baja	Muy Baja	Baja	Media	Moderada	Moderada
	Media	Despreciable	Despreciable	Extremadamente baja	Muy Baja	Baja	Media	Media
	Baja	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Extremadamente baja	Muy baja	Baja	Baja
	Muy Baja	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Extremadamente baja	Muy Baja	Muy Baja
	Extremadamente baja	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Extremadamente baja	Extremadamente baja
	Despreciable							
	Despreciable	Extremadamente baja	Muy Baja	Baja	Media	Moderada	Alta	
Exposición								

Estimación de Consecuencias

Para la estimación de las consecuencias en primer lugar fueron considerados los factores propuestos en el documento “Animal and Animal Product Importation into Canada, and the appropriate Level of Protection” difundido por la Canadian Food Inspection Agency (Canadá, 2001).

Estos factores son: *Pérdidas de peces, pérdidas por morbilidad y producción, pérdidas por mercado interno (incluye pérdidas por restricciones de movimientos), pérdidas en mercados externos, costos de control y erradicación, vigilancia epidemiológica y pruebas diagnósticas, indemnizaciones, costos en salud pública y finalmente daños y pérdidas medio ambientales.*

Estos factores económicos permiten la evaluación de la magnitud de las consecuencias de la presentación de una enfermedad ya sea en un país, zona o incluso en un centro de cultivo o predio.

Para llegar a una estimación de las consecuencias se propone la siguiente escala de consecuencias (Tabla 7).

Tabla N°7: Escala de Consecuencias

Categoría	Definición
Despreciable	La probabilidad de ocurrencia de las consecuencias y las pérdidas monetarias asociadas no son significativas en ninguna escala.
Muy Bajas	La probabilidad de ocurrencia de las consecuencias y las pérdidas monetarias asociadas son completamente asumibles por los sectores involucrados.
Bajas	La probabilidad de ocurrencia de las consecuencias y las pérdidas monetarias asociadas son asumibles sin mayores consecuencias por los sectores involucrados
Moderadas	La probabilidad de ocurrencia de las consecuencias y las pérdidas monetarias asociadas son asumibles con cierta dificultad por los sectores involucrados
Altas	La probabilidad de ocurrencia de las consecuencias y las pérdidas monetarias asociadas son asumibles con dificultad y sus repercusiones en los sectores llegan al mediano plazo
Extremas	La probabilidad de ocurrencia de las consecuencias y las pérdidas monetarias asociadas prácticamente no se pueden asumir y sus repercusiones en los sectores llegan al largo plazo

Cada una de estas categorías a su vez fue asociada a un puntaje numérico tal como se observa a continuación en la Tabla 8:

Tabla N°8: Puntaje asociado a nivel de consecuencias

Categoría	Puntaje
Despreciable	0
Muy Bajas	1
Bajas	2
Moderadas	3
Altas	4
Extremas	5

Finalmente, se realizó una consulta a un grupo de 4 expertos que habían participado en la definición de los inputs del modelo semicuantitativo con el objetivo de calificar cada uno de los factores económicos definidos con relación a las enfermedades incorporadas en los modelos. Producto de esto, se sumó los puntajes de los diferentes expertos obteniéndose un índice lineal de consecuencias el cual es transformado desde una escala cuantitativa a una escala cualitativa mediante una homologación de escalas. Siendo calificadas las consecuencias finales en la misma escala en la que son medidos los factores económicos.

Estimación Definitiva del Riesgo

Finalmente para llevar a cabo una estimación del riesgo se procedió a evaluar las calificaciones de probabilidades y de consecuencias en una matriz de riesgo que se propone a continuación (Tabla 9), obteniéndose de tal forma una evaluación de riesgo del evento:

Tabla N°9: Matriz de Probabilidades y Consecuencias (riesgo)

Probabilidades	Alta	Despreciable	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Extremo
	Moderada	Despreciable	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Extremo
	Media	Despreciable	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Extremo
	Baja	Despreciable	Despreciable	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto
	Muy Baja	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Muy bajo	Bajo	Moderado
	Extremadamente baja	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Muy bajo	Bajo
	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Muy bajo
		Despreciable	Muy bajas	Bajas	Moderadas	Altas	Extremas
Consecuencias							

RESULTADOS

SIGNIFICANCIA DE LA IMPORTACION DE OVAS

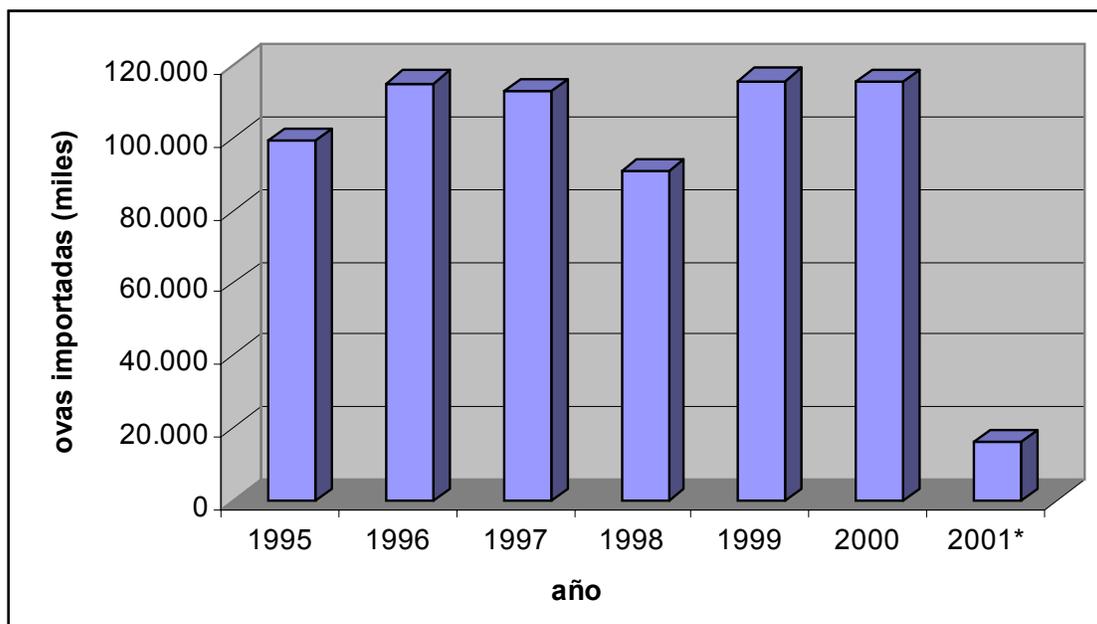
La Asociación de Productores de Salmón y Truchas de Chile (A.G.) (APSTCH), al mes de Junio del presente año se compone de 32 empresas. En esta investigación se obtuvo la respuesta de 22 empresas.

El año 2000 las 22 empresas encuestadas en el presente estudio representaron el 46,9% del total de ovas ojo de salmón del Atlántico y trucha producidas en la industria salmonicultora chilena y de acuerdo al “Análisis Estadístico de Mercado” de Diciembre de 2000, emitido por la Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile A.G. (APSTCH), dichas empresas en el año 2000 exportaron 109.314 toneladas netas de carne de salmón y trucha, representando el 53% del total exportado por la industria.

Importación de ovas de salmónidos

Los informes de importación de ovas entregados por el Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) indican que las cantidades ingresadas a nuestro país desde el año 1995 al 2000 se han mantenido cerca de los 100 millones anuales, excepto en la temporada desde Agosto (2000) hasta Marzo (2001), en donde solo se ingresaron 16 millones de ovas (gráfico 1). Esta baja en la importación se puede atribuir tanto a una intención por parte de las empresas a disminuir la dependencia de las ovas importadas destinadas a la producción de carne de salmón y trucha, como por una dificultad en cumplir con las exigencias impuestas por la autoridad sanitaria al inicio de dicho periodo de importación.

Gráfico N°1: Ovas Importadas por la Industria Salmonicultora Chilena, período 1995-2001
(miles de ovas)



Fuente: Informes Servicio Nacional de Pesca.

2001* Enero a Marzo de 2001.

Las ovas importadas ingresan a nuestro país en su gran mayoría en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo de cada año, con aproximadamente el 80% del total importado (Tabla 10).

En la actualidad principalmente se importan 3 especies de ovas de salmón y trucha, el salmón del Atlántico comúnmente conocido como Salar, la Trucha y el Salmón del Pacífico o Coho. En 1999 se importaron 65.951.880 ovas ojo de salar, 48.449.600 ovas ojo de trucha y 1.300.000 ovas ojo de Coho, representando el 57%, 41.9% y el 1.1% respectivamente, mientras que el 2000 se importaron 62.757.600 ovas ojo de salar, 48.466.000 ovas ojo de trucha y 1.650.000 ovas ojo de Coho, representando el 55.6%, 42.9% y el 1.5% del total respectivamente.

Tabla N°10: Importación ovas ojo por mes período 1997-2001 (unidades).

Mes	1997	1998	1999	2000*	2001**
Febrero	16.046.500	21.516.000	30.420.400	28.436.600	1.500.000
Marzo	17.079.000	6.842.000	14.930.600	19.576.000	10.086.800
Abril	7.050.000	1.020.000	10.990.000	7.725.000	-
Mayo	1.700.000	950.000	1.188.000	2.300.000	-
Junio	0	350.000	1.100.000	1.764.000	-
Julio	950.000	300.000	1.195.000	410.000	-
Agosto	0	300.000	470.000	0	-
Septiembre	381.000	0	940.000	0	-
Octubre	2.651.700	2.460.000	2.000.000	0	-
Noviembre	2.882.000	3.040.000	4.170.000	0	-
Diciembre	34.823.000	29.770.000	22.319.880	0	-
TOTAL	112.889.800	90.970.300	115.701.480	112.873.600	16.086.800

Fuente: Informes Servicio Nacional de Pesca.

* Excluye 500.000 ovas de salmón rey.

** Enero a Marzo de 2001.

Frente a un escenario en la cual no se cuente con las ovas importadas para la producción de carne de salmón y trucha, las especies afectadas serían el Salmón del Atlántico y Trucha debido a que representan el 99% del total importado (Tablas 11, 12, 13 y 14).

Tabla N°11: Importación de ovas ojo por especie período 1999-2001 (unidades).

Especie	1999	2000	2001
Salmón del Atlántico	65.951.880	62.757.600	12.086.800
Trucha	48.449.600	48.466.000	4.000.000
Salmon del Pacífico	1.300.000	1.650.000	0
TOTAL	115.701.480	112.873.600	16.086.800

* Enero a Marzo de 2001.

Tabla N°12: Importación mensual de ovas ojo por especie año 1999 (unidades).

Mes	Salar	Trucha	Coho	Total
Enero	20.052.600	4.625.000	1.300.000	25.977.600
Febrero	21.030.200	9.390.400		30.420.400
Marzo	3.351.400	11.579.200		14.930.600
Abril	0	10.990.000		10.990.000
Mayo	38.000	1.150.000		1.188.000
Junio	700.000	400.000		1.100.000
Julio	1.050.000	145.000		1.195.000
Agosto	470.000	0		470.000
Septiembre	520.000	420.000		940.000
Octubre	300.000	1.700.000		2.000.000
Noviembre	320.000	3.850.000		4.170.000
Diciembre	18.119.880	4.200.000		22.319.880
TOTAL	65.952.080	48.449.600	1.300.000	115.701.480

Tabla N°13: Importación mensual de ovas ojo por especie año 2000 (unidades).

Mes	Salar	Trucha	Coho	Total
Enero	44.992.000	6.570.000	1100000	52.662.000
Febrero	7.581.600	20.605.000	250000	28.436.600
Marzo	3.860.000	15.416.000	300000	19.576.000
Abril	3.400.000	4.325.000	0	7.725.000
Mayo	1.000.000	1.300.000	0	2.300.000
Junio	1.514.000	250.000	0	1.764.000
Julio	410.000	0	0	410.000
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	0
Diciembre	0	0	0	0
TOTAL	62.757.600	48.466.000	1.650.000	112.873.600

Tabla N°14: Importación mensual de ovas ojo por especie año 2001 (unidades).

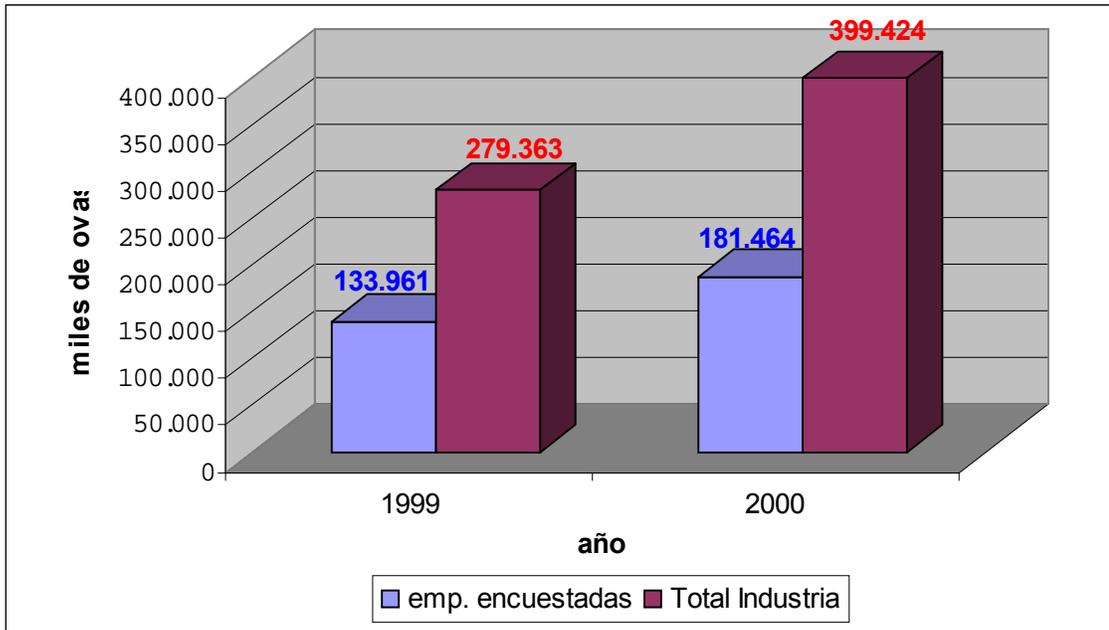
Mes	Salar	Trucha	Coho	Total
Enero	2.000.000	2.500.000	0	4.500.000
Febrero	0	1.500.000	0	1.500.000
Marzo	10.086.800	0	0	10.086.800
Abril	0	0	0	
Mayo	0	0	0	
Junio	0	0	0	
Julio	0	0	0	
Agosto	0	0	0	
Septiembre	0	0	0	
Octubre	0	0	0	
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	
TOTAL	12.086.800	4.000.000	0	16.086.800

Producción de Ovas

Según Contreras (2000), en la cual recoge la producción de ovas de 40 empresas, la producción total de ovas ojo en la industria en el año 2000 fue de 399.424.000 ovas ojo, mientras que la producción de 1999 se estimó en 279.363.000 ovas, lo que indica un aumento de un 43% de la producción nacional de ovas en dicho período.

En el año 2000 las empresas encuestadas generaron un total de 181.464.000 ovas ojo de salmón y, representando el 46% del total de ovas producidas por la industria en dicho año. Debido a que las empresas encuestadas representan casi la mitad de las ovas ojo generadas por la industria, el conjunto de sus producciones es un excelente indicador de la tendencia que sigue la industria (gráfico 2).

Gráfico N°2: Producción ovas ojo empresas encuestadas, 1999-2000 (miles de ovas).



En el presente estudio, las empresas indicaron que el año 2001 generaron 134.368.091 ovas-ojo de salmón del Atlántico o salar, 33.193.594 ovas-ojo de salmón del Pacífico o coho y 59.627.152 ovas de trucha, mientras que el 2000 generaron 94.400.000, 50.737.000 y 36.327.000 ovas ojo respectivamente, registrando un aumento de un 42,4% en la producción de ovas ojo de salar, una disminución de un 34,6% en la producción de ovas ojo de coho y un aumento de un 64,2% en la producción de ovas ojo de trucha.

Si consideramos que la producción de ovas ojo en el año 2000 fue de 165.198.000 ovas de salar, 136.212.000 ovas de coho y 98.014.000 ovas de trucha y que las ovas de salar aumentaron en un 42,4%, las ovas de coho disminuyeron un 34,6% y las ovas de trucha aumentaron un 64,2%, la producción de ovas ojo por especie en la industria salmonicultora chilena en el 2001 habría alcanzado la cantidad de 235.241.952 ovas ojo de salar, 89.082.648 ovas ojo de coho y 160.938.988 ovas de trucha, produciéndose un total de 485.263.588 ovas ojo (tabla 15).

Tabla N°15: Producción ovas ojo por especie, años 1999-2001

Especie	1999	2000	2001
Salmón del Atlántico	133.000.000	165.198.000	235.241.952
Trucha	40.346.500	98.014.000	160.938.988
Salmon del Pacífico	106.016.500	136.212.000	89.082.648
Total	279.363.000	399.424.000	485.263.588

La producción nacional de ovas ojo de salmón y trucha se concentro entre los meses de mayo a agosto, período en el cual se generaron 253.940.883 ovas-ojo, representando el 91% de la producción nacional. Si se considera el total estimado de ovas-ojo producidas en el 2001 (485.263.588 ovas-ojo) y se distribuye según la tendencia de producción mensual mostrada por las empresas encuestadas, se obtiene que entre mayo a agosto del presente año se generaron 382.201.134 ovas-ojo lo que representa el 79% del total producido en la industria, lo que indica una disminución de la concentración de la producción en los meses que se disponían habitualmente, además de un aumento de las ovas disponibles en meses que la producción era muy escasa (tablas 16 y 17).

Tabla N°16: Producción mensual de ovas-ojo en la industria salmoniculora chilena años 1999 y 2001 (unidades).

Mes	1999*		2001	
	UNIDADES	% del total	UNIDADES	% del total
Enero	0	0,00	0	0
Febrero	80.000	0,03	6.697.092	1,4
Marzo	600.000	0,21	10.053.449	2,1
Abril	2.373.829	0,85	30.314.118	6,3
Mayo	30.013.338	10,74	102.477.437	21,1
Junio	66.679.530	23,87	101.505.250	20,9
Julio	108.406.520	38,80	114.595.565	23,6
Agosto	48.841.495	17,48	63.622.882	13,1
Septiembre	12.828.317	4,59	35.400.519	7,3
Octubre	7.752.543	2,78	17.695.470	3,6
Noviembre	1.787.428	0,64	2.901.807	0,6
Diciembre	0	0,00	0	0
TOTAL	279.363.000	100,0	485.263.589	100,0

* Contreras, G. (2000).

La tabla 16 muestra un importante avance en la disponibilidad de ovas de salmón y trucha en los períodos que solamente se disponía de ovas importadas. Tal es el caso de los meses de Febrero, Marzo y Abril de 1999 en los que se producían solo 3.053.829 ovas ojo (1,1% del total), mientras que en igual período del 2001 se generaron 47.064.659 ovas de salmón y trucha (9,7% del total). El período comprendido entre Septiembre y Noviembre de 2001 se aprecia un avance no tan significativo pero igualmente importante, en el cual se generaron 55.997.796 ovas ojo (11,5% del total), mientras que en igual período de 1999 se generaron 22.368.288 ovas ojo (8% del total).

Tabla N°17: Producción mensual de ovas ojo, año 2000 (unidades).

Mes	Especie			Total
	Salar	Trucha	Coho	
Enero	0	0	0	0
Febrero	0	194.344	0	194.344
Marzo	0	1.457.584	0	1.457.584
Abril	330.396	3.865.335	672.265	4.867.995
Mayo	7.268.712	765.231	30.625.385	38.659.328
Junio	46.420.638	8.366.535	33.303.239	88.090.412
Julio	59.140.884	27.010.855	63.880.070	150.031.809
Agosto	29.900.838	45.483.479	7.731.042	83.115.358
Septiembre	10.572.672	10.433.362	0	21.006.034
Octubre	9.416.286	437.275	0	9.853.561
Noviembre	2.147.574	0	0	2.147.574
Diciembre	0	0	0	0
TOTAL	165.198.000	98.014.000	136.212.000	399.424.000

Tabla N°18: Producción mensual de ovas ojo, año 2001 (unidades).

Mes	Especie			Total
	Salar	Trucha	Coho	
Enero				0
Febrero	3.356.357	3.340.734		6.697.092
Marzo	6.712.715	3.340.734		10.053.449
Abril	3.356.357	13.682.004	13.275.757	30.314.118
Mayo	24.201.187	18.718.392	59.557.858	102.477.437
Junio	68.369.814	18.736.573	14.398.862	101.505.250
Julio	82.208.378	32.321.354	65.833	114.595.565
Agosto	18.331.013	43.507.531	1.784.338	63.622.882
Septiembre	15.359.715	20.040.804		35.400.519
Octubre	11.575.319	6.120.151		17.695.470
Noviembre	1.771.097	1.130.710		2.901.807
Diciembre				0
TOTAL	235.241.953	160.938.988	89.082.648	485.263.589

Producción versus importación de ovas

La producción de ovas de Salmón y Trucha se concentra mayoritariamente entre los meses de Abril y Septiembre, y la importación de ovas se realiza entre Diciembre y Marzo, sin embargo, la producción nacional desde hace algunos años es la principal fuente de abastecimiento de ovas en la industria salmonicultora chilena.

De acuerdo a la información de la Tabla 19, en 1999 del total de ovas utilizadas en la industria nacional para la producción de smolts y carne, el 71% fue de origen nacional mientras que el 29% restante fueron ovas importadas. El 67% de las ovas de Salmón del Atlántico fue de origen nacional y solo el 33% fue de origen importado, el 99% de las ovas de salmón del Pacífico fue de origen nacional y solo el 1% fue importado, mientras que el 45% de las ovas nacionales de Trucha fueron nacionales y el 55% fue de origen importado.

Tabla N°19: Ovas con Ojo Nacionales e Importadas por Especie utilizadas en el año 1999 por la Industria Salmonicultora Chilena.

Especie	Produccion Nacional*		Importación**		Total Ovas ojo
	Unidades	%	Unidades	%	Unidades
Salar	133.000.000	67	65.951.880	33	198.951.880
Coho	106.016.500	99	1.300.000	1	107.316.500
Trucha	40.346.500	45	48.499.600	55	88.846.100
Total	279.363.000	71	115.701.480	29	395.064.480

* Contreras, G. (2000)

** Servicio Nacional de Pesca.

En el año 2000, la producción nacional de ovas continuo creciendo con respecto a las ovas importadas representando el 78% del total de ovas utilizadas por la industria en dicho año, mientras que las ovas importadas representaron solo el 22%. Las ovas de salar nacional representaron el 72% del total utilizados por la industria, las ovas de coho nacionales con el 99% del total de ovas de coho, y las ovas nacionales de trucha representa el 67% del total de ovas utilizadas por la industria, producto de un aumento del 143% respecto de 1999 (Tabla 20).

Tabla N°20: Ovas con Ojo Nacionales e Importadas por Especie utilizadas en el 2000

Especie	Produccion Nacional		Importación*		Total Ovas ojo
	unidades	%	unidades	%	Unidades
Salar	165.198.000	72	62.757.600	28	227.955.600
Coho	136.212.000	99	1.650.000	1	137.862.000
Trucha	98.014.000	67	48.466.000	33	146.480.000
Total	399.424.000	78	112.873.600	22	512.297.600

* Servicio Nacional de Pesca.

La producción nacional de ovas en el año 2001 fue de 485.263.588 ovas ojo lo que represento un aumento de un 21,5% respecto del 2000 (tabla 21). Según el Servicio Nacional de Pesca, desde enero a marzo de 2001 solo se importaron 16.086.800 ovas ojo (3% del total de ovas utilizadas), lo cual es atribuible al cambio de normativa que exigía que para importar ovas se requería mantenerlas en una unidad de cuarentena o aislamiento, lo cual podría haber provocado una disminución de la importación tanto por

haber implementado la normativa ya iniciado el periodo de importación (Diciembre de 2000), lo que disminuyó la capacidad de respuesta de algunas empresas, como por un cambio en la política de abastecimiento de ovas privilegiando el autoabastecimiento con ovas nacionales y propias.

Tabla N°21: Ovas con Ojo Nacionales e Importadas por Especie en el año 2001

Especie	Producción Nacional		Importación*		Total Ovas ojo
	Unidades	%	Unidades	%	Unidades
Salar	235.241.952	95	12.086.800	5	247.328.752
Coho	160.938.988	100	0	0	160.938.988
Trucha	89.082.648	96	4.000.000	4	93.082.648
Total	485.263.588	97	16.086.800	3	501.350.388

* Servicio Nacional de Pesca (Enero a Marzo 2001).

Modelo de Producción de Carne de Salmón y Trucha

Debido a que la importación de ovas implica un riesgo de ingreso de nuevas enfermedades a nuestro país, se hace necesario estimar si la producción actual de ovas y smolts nacionales pueden cubrir las necesidades para la producción de carne de Salmón y Trucha en un escenario en el cual no se disponga ovas importadas para producción de carne.

De acuerdo a la Tabla 21 las ovas importadas de Salmón del Atlántico y Trucha representan el 99% del total importado, por lo que un escenario en el cual se quiera disminuir o evitar la importación de ovas destinada a la producción de carne afectaría principalmente a estas dos especies. Por lo tanto, para conocer de que forma la producción nacional de ovas y smolts cubre las necesidades para la producción de carne de Salmón del Atlántico y Trucha, principales especies afectadas por un escenario de escasa importación, se hace necesario construir los modelos de producción que caracterizan a la industria salmonicultora nacional, teniendo presente que un modelo es nada más que una explicación simplificada de una realidad más compleja.

Debido a que la disponibilidad estacional de ovas con ojo nacionales e importadas de Salmón del Atlántico y Trucha es conocida, el modelo estimará como se distribuye

estacionalmente la producción de smolts a partir de un grupo de ovas definido y a su vez como influye esta disponibilidad, en la estacionalidad de la producción de carne de salmón del Atlántico y trucha.

Junto con conocer los modelos de producción de la industria, es necesario conocer los factores de producción de una etapa de cultivo. Con relación a esto la tabla 22 muestra que por cada smolt de salmón del Atlántico nacional se utilizan 1,7 ovas ojo (factor que incluye los niveles de mortalidad), mientras que por cada smolt de trucha nacional se utilizan 1,72 ovas con ojo. Respecto a la producción de carne, un smolt de salmón del Atlántico genera 3,5 Kg. brutos, en cambio un smolt de trucha genera 2,3 Kg. Brutos.

Tabla N°22: Descripción de los Factores de Productividad, año 2001.

	Salmón del Atlántico de ova nacional	Salmón del Atlántico de ova importada	Trucha de ova nacional	Trucha de ova importada
Ovas ojo / smolt	1,70 un.	1,61 un.	1,72 un.	1,30 un.
Carne / smolt	3,5 Kg.	3,5 Kg.	2,3 Kg.	2,3 Kg.

Para evaluar un escenario en el cual no se cuenta con las ovas importadas para la producción de carne de Salmón y Trucha, se consultó por los períodos de producción de smolts y carne a partir de un grupo de ovas de salmón del Atlántico y trucha (tabla 23 y 24).

La producción de smolts generados a partir de un grupo de ova ojo presenta una distribución normal a través del tiempo. La Tabla 23 indica que las ovas ojo de salar del trimestre Enero – Abril produce los smolts entre once a trece meses post-incubación, generando al decimoprimer mes el 30% de los smolts que potencialmente pueden generar estas ovas, posteriormente en el duodécimo mes se generaría el 60% de los smolts y finalmente en el decimotercer mes se generaría el 20% restante. En términos generales los “smolts” o peces de trucha (las truchas no esmoltifican) se ingresan al mar entre cuatro a catorce meses después de que fueron incubadas las ovas ojo, generándose mayoritariamente a partir del octavo mes hasta el décimo tercer mes (tabla 24).

Tabla N°23: Meses de producción y distribución de smolts de salmón del Atlántico generados partir de ovas nacionales e importadas

Mes ova ojo	Meses a Smolt	Distribución mensual de smolt (%)										
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Enero	11 a 13				30	50	20					
Febrero	11 a 13				30	50	20					
Marzo	11 a 13				30	50	20					
Abril	11 a 13				30,00	50,00	20,00					
Mayo	9 a 12		37,00	37,00	0,00	26,00						
Junio	8 a 18	8,00	17,00	17,00	5,00	42,60	4,29	3,10	2,30	0,30	0,20	0,20
Julio	9 a 18		9,10	14,98	15,15	8,70	37,73	6,61	4,12	2,46	0,46	0,32
Agosto	8 a 18	15,45	25,36	21,12	16,48	9,94	6,06	2,58	1,92	0,53	0,37	0,26
Septiembre	9 a 15		3,10	0,72	7,62	79,03	6,79	2,15	0,60			
Octubre	9 a 15		0,83	0,99	1,16	94,04	1,16	0,99	0,83			
Noviembre	9 a 15		10,00	12,00	14,00	28,00	14,00	12,00	10,00			
Diciembre	9 a 15		5,00	6,00	8,00	61,00	9,00	6,00	5,00			

Tabla N°24: Producción y distribución mensual de “smolts” de Trucha generados a partir de ovas nacionales e importadas

Meses ovas ojo	Meses a Smolt	Distribución mensual de smolt (%)										
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Enero	12 a 14									20	60	20
Febrero	12 a 14									20	60	20
Marzo	12 a 14									20	60	20
Abril	7 a 14				1,41	1,88	1,41	9,15	11,03	16,53	43,95	14,65
Mayo	4 a 14	0,43	0,65	9,29	12,38	16,90	0,65	1,95	1,51	11,25	33,74	11,25
Junio	4 a 14	0,55	0,82	4,73	11,91	37,27	9,22	11,91	5,76	3,57	10,70	4,00
Julio	4 a 13	0,32	0,48	4,53	6,04	24,44	7,04	11,23	8,02	0,00	37,90	
Agosto	4 a 13	0,25	0,38	2,17	5,47	17,13	4,24	21,56	18,74	0,00	30,00	
Septiembre	4 a 13	0,51	0,77	3,46	4,62	30,14	6,25	21,80	17,18	0,00	15,27	
Octubre	4 a 13	1,68	2,52	6,93	9,24	25,40	2,52	1,68	0,00	0,00	50,03	
Noviembre	4 a 13	0,73	1,10	3,46	4,62	51,85	2,92	7,83	5,73	0,00	21,77	
Diciembre	4 a 13	1,21	1,81	5,20	6,93	38,63	2,72	4,76	2,87	0,00	35,90	

Tabla N°25: Producción mensual de carne de salmón del Atlántico generada por smolts de origen nacional e importado

Meses smolt	Meses a Cosecha	Distribución mensual cosecha (%)									
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Enero	12 a 14			30,00	50,00	20,00					
Febrero	11 a 15		7,00	22,00	42,00	21,00	8				
Marzo	10 a 16	0,35	6,41	21,01	40,08	23,22	8,84	0,35			
Abril	10 a 16	4,00	18,30	34,20	27,60	12,50	2,00	1,3	0	0	
Mayo	10 a 18	0,74	0,90	34,10	26,39	24,18	11,28	1,9	0,5	0,1	
Junio	10 a 18	1,20	1,40	58,50	16,70	12,80	6,40	2,5	0,6	0,03	
Julio	10 a 18	4,71	5,80	19,68	35,86	17,71	8,30	6,82	0,99	0,15	
Agosto	10 a 18	1,69	2,17	74,30	10,53	6,13	2,84	1,98	0,2	0,15	
Septiembre	10 a 17	7,40	9,74	11,57	27,20	19,98	13,75	9,14	1,22	0	
Octubre	10 a 18	0,92	84,23	2,91	4,37	2,82	2,63	1,47	0,38	0,27	
Noviembre	10 a 18	4,05	7,08	8,78	23,36	25,66	17,27	8,48	3,1	2,22	
Diciembre	10 a 18	4,82	8,38	10,37	18,67	21,26	20,29	10	3,63	2,59	

La producción o cosecha de carne de salmón del Atlántico se obtiene como mínimo a partir del décimo mes y como máximo hasta el decimoctavo de ingreso de smolts de salar al mar, la mayoría de los smolts ingresados al mar se cosechan entre el duodécimo a decimocuarto mes (tabla 25).

Para el caso de la producción o cosecha de carne de Trucha se obtuvo que se iniciaba a partir del noveno mes, terminando al decimocuarto mes del ingreso de smolts al mar, la mayoría de los smolts ingresados al mar se cosechan entre el décimo a decimotercer mes (Tabla 26). Con estos modelos de producción de smolts y carne de Salmón del Atlántico y Trucha, más la producción de ovas por especie descrita anteriormente en las tablas 19, 20, 21 junto a la información histórica de importación de ovas de las tablas 10 y 11 se proyectó el comportamiento de la “cosecha” de carne de estos salmonídeos.

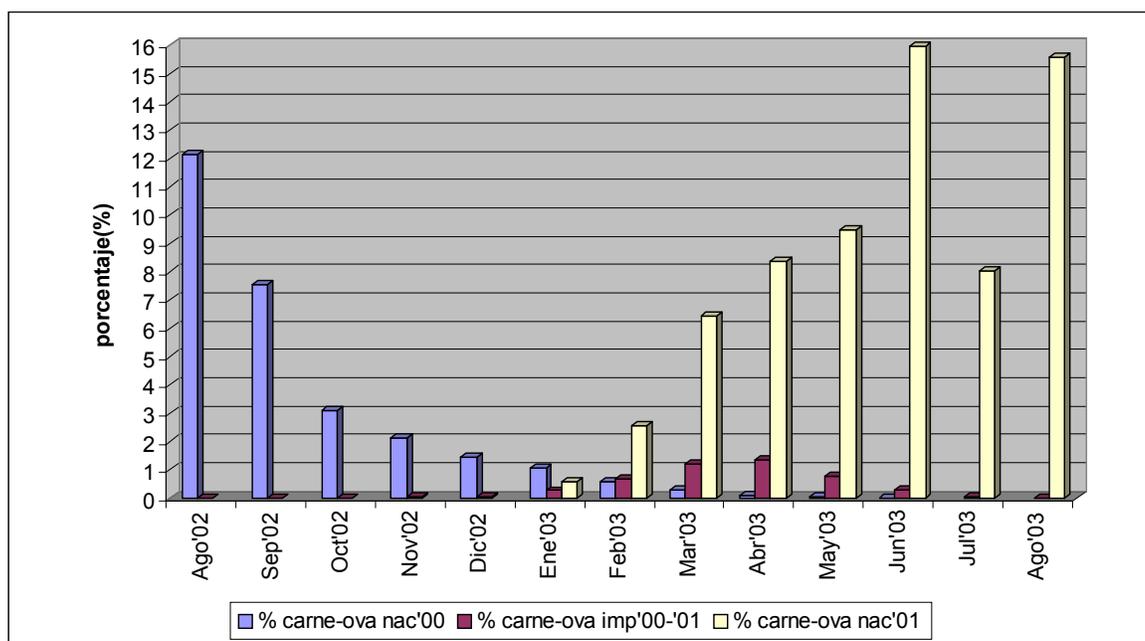
Tabla N°26: Producción mensual y distribución porcentual de la carne de trucha generada por smolts de origen nacional e importado.

Meses smolt	Meses Cosecha	Distribución mensual cosecha (%)					
		9	10	11	12	13	14
Enero	10 a 14	S/I	49,00	27,00	17,00	4,00	3,00
Febrero	10 a 14	S/I	51,00	28,00	14,00	5,00	2,00
Marzo	9 a 14	9,70	40,00	36,50	9,00	3,00	1,80
Abril	9 a 14	8,90	44,40	19,50	11,60	11,50	4,10
Mayo	9 a 14	7,10	37,00	14,10	13,60	21,00	7,20
Junio	9 a 14	2,80	35,00	9,40	14,70	28,40	9,60
Julio	10 a 14	S/I	50,80	4,80	12,10	24,10	8,20
Agosto	9 a 14	94,30	0,10	0,20	1,30	3,00	1,00
Septiembre	9 a 12	85,40	2,90	8,70	2,90		S/I
Octubre	9 a 12	28,90	14,20	42,60	14,20		S/I
Noviembre	10 a 13	S/I	34,40	13,10	39,40	13,10	S/I
Diciembre	10 a 12	S/I	20,00	60,00	20,00		S/I

El gráfico 3 muestra el comportamiento de la carne de salmón del Atlántico o salar generada a partir de la producción nacional de ovas de los años 2000 y 2001, junto con las ovas de salar importadas del ciclo 2000-2001. La carne de salar que se genera de las ovas nacionales cubre los doce meses del año, concentrándose entre los meses de marzo a septiembre.

Debido a que la producción de carne a partir de un ciclo de producción de ovas nacionales genera una distribución normal de 18 a 19 meses (proyección del modelo), el gráfico 3 solo muestra el tramo que permite evaluar la significancia de las ovas importadas en la producción de carne. *En este sentido, del total de carne que se genera entre agosto de 2002 y agosto de 2003, la carne generada a partir de las ovas importadas solo representa el 5% del total que potencialmente pueden generar las ovas nacionales del 2000 y 2001, como las ovas importadas en el ciclo 2000-2001.*

Gráfico N°3: Carne de salmón del Atlántico generada por ovas de origen nacional (2000 y 2001) y ciclo importado (2000-2001)



Cabe señalar que el ciclo de importación de ovas 2000-2001 fue “anormal” si se compara con los registros históricos (tabla 8), lo cual es atribuible al cambio de normativa al inicio de dicho ciclo de importación, lo que pudo haber disminuido la capacidad de respuesta de algunas empresas, sumado a un cambio en la política de abastecimiento de ovas por parte de estas privilegiando el autoabastecimiento. Ante lo expuesto anteriormente, se modeló el escenario anterior con un ciclo de importación “normal histórico” estableciendo al ciclo 1999-2000 como tal, lo que arroja el siguiente escenario (gráfico 4).

En el gráfico 4, se observa que si la importación de ovas se hubiese mantenido en aproximadamente 100 millones anuales (gráfico 1), tal como venía sucediendo desde 1995, en la actualidad la producción de carne a partir de las ovas importadas tendría una importancia relativa en la generación de carne en los meses de febrero a abril.

En el gráfico 5, se observa el comportamiento de la carne de Trucha generada a partir de la producción nacional de ovas de los años 2000 y 2001, junto con las ovas de

Trucha importadas en el ciclo 2000-2001. La carne de Trucha que se genera de las ovas nacionales cubre los doce meses del año, concentrándose entre los meses de Marzo a Septiembre.

Gráfico N°4: Carne de salmón del Atlántico generada por ovas de origen nacional (2000 y 2001) y ciclo importado pero "normal histórico" .

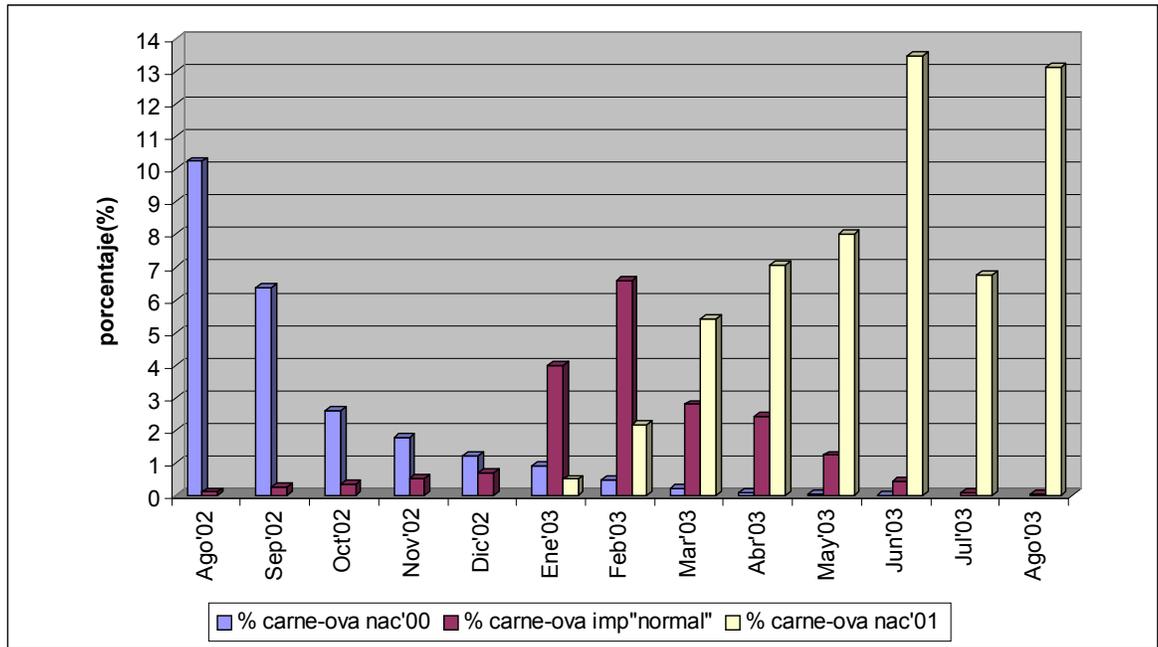
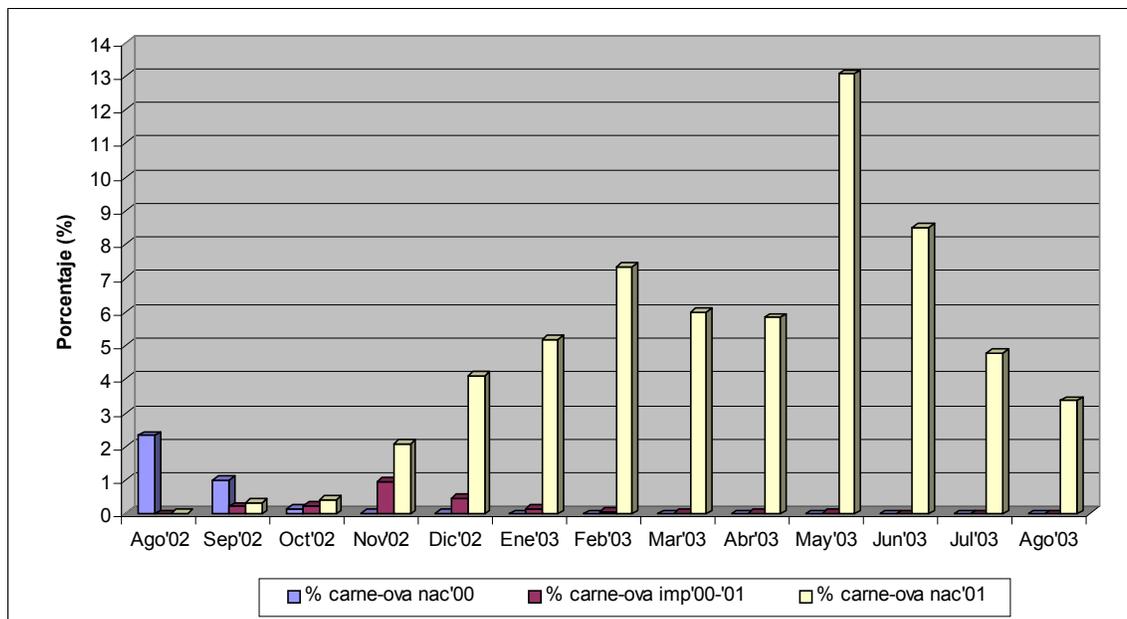


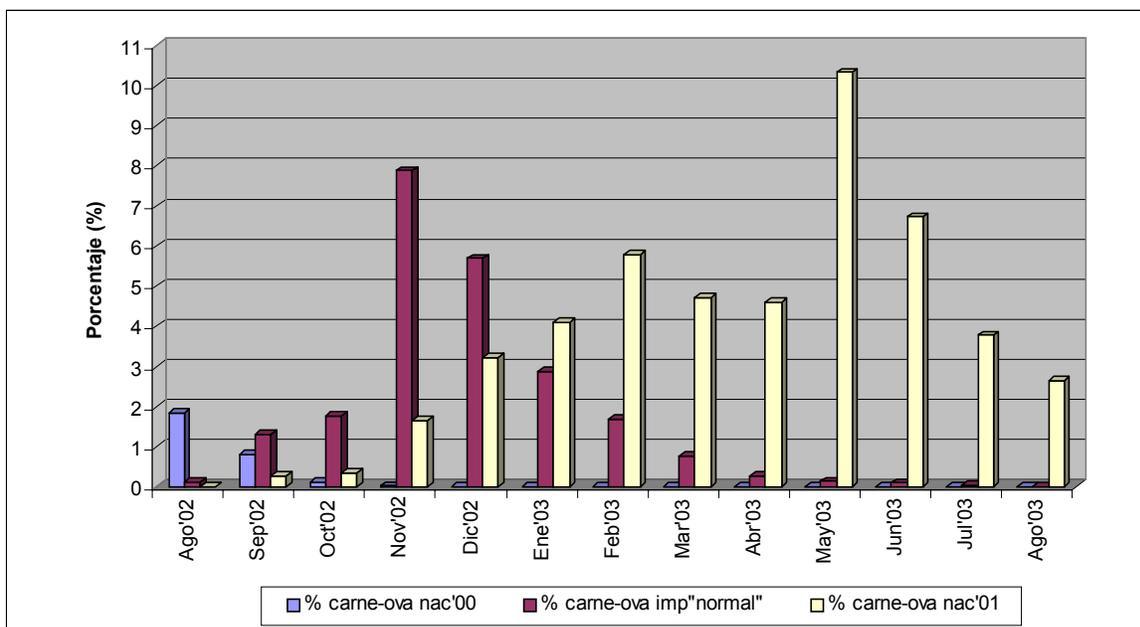
Gráfico N°5: Distribución porcentual de la carne de trucha generada por ovas de origen nacional (2000 y 2001) y ciclo importado (2000-2001)



De la interpretación recogida del gráfico 3, del total de carne que se genera entre Agosto de 2002 y Agosto de 2003, la carne originada a partir de las ovas importadas solo representan el 2,2% del total que potencialmente pueden generar tanto las ovas nacionales de 2000 y 2001, como las ovas importadas en el ciclo 2000-2001.

Como se señaló anteriormente, debido a que el ciclo de importación de ovas 2000-2001 fue “anormal”, se modeló el escenario anterior con un ciclo de importación “normal histórico” estableciendo al ciclo 1999-2000 como tal, lo que arroja el siguiente escenario (gráfico 6).

Gráfico 6: Distribución porcentual de la carne de trucha generada por ovas de origen nacional (2000 y 2001) y ciclo importado “normal histórico”.



El gráfico 6 muestra que ante un periodo “normal” de importación la generación de carne a partir de ovas nacionales predomina al menos en 8 meses del año (Enero a Agosto), pero la carne generada a partir de las ovas importadas cumple un rol significativo desde Octubre a Diciembre del 2002, alcanzando el 22% del total de carne de Trucha que potencialmente podrían alcanzar las ovas nacionales del 2000-2001 y las ovas importadas de un ciclo “normal”.

Tabla N°27: Economía de la producción de ovas y nivel de exportaciones

Año	Producción Nacional		Importación		Producción	Valor
	unidades	%	unidades	%	Toneladas	USD (miles)
1999	279.363.000	71	115.701.480	29	154.904	817.000
2000	399.424.000	78	113.123.600	22	206.254	973.000
2001	483.263.588	93,5	33.696.800	6,5	300.304	964.000

Un simple análisis económico que evalúe las consecuencias de un cierre total de las importaciones de ovas durante el período 1999-2001 indica que en el año 1999 se

habrían dejado de producir 44.923 toneladas con un valor equivalente en USD de 236.934.430.

En el año 2000, frente a un cierre total de las importaciones de ovas se dejarían de producir 45.376 toneladas con un valor equivalente de USD 214.060.566 y finalmente para el año 2001, no se habría producido un total de 19.520 por un total de 62.660.770 USD.

RESULTADOS DE LA EVALUACION DE RIESGOS

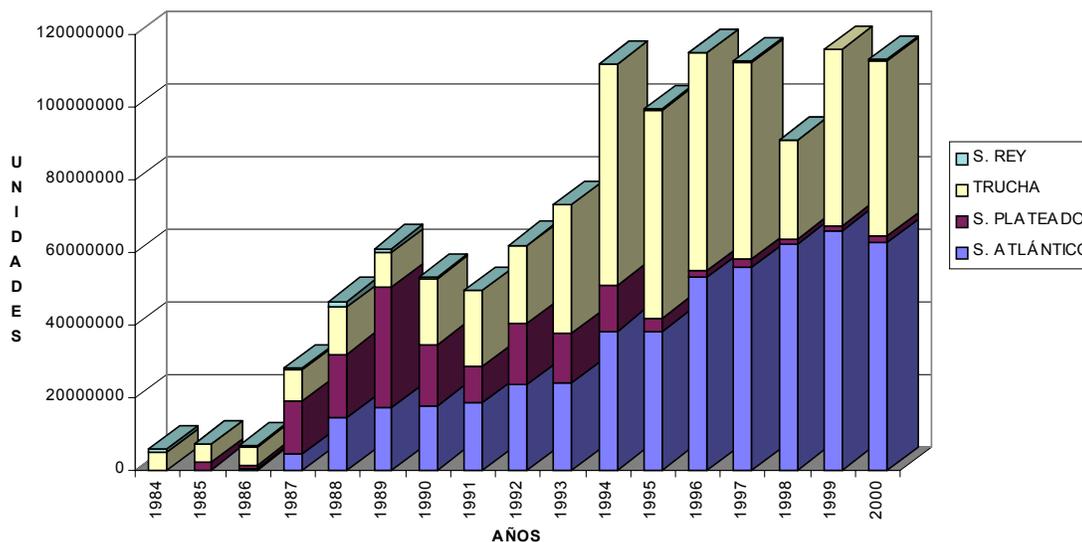
ANTECEDENTES DE LA PRODUCCION E IMPORTACION DE OVAS EN CHILE

Las especies salmonídeas son estacionales en su ciclo reproductivo y en Chile para disponer de una producción permanente durante el año se importan ovas. Desde el año 1984 que se han registrado importaciones de ovas del orden de casi 6 millones de unidades alcanzando un total de 116 millones de ovas el año 1999.

Desde el año 1984 hasta el año 2000 se han registrado el ingreso de 1.155.003.247 ovas a Chile. Un 43% de las ovas corresponden a Salmón del Atlántico, 43% a Trucha Arcoíris, el resto corresponde a Salmón Rey, Trucha Café y otros peces (gráfico 7). Como se observa en el Gráfico 1, la importación de ovas de Salmón del Atlántico y de Trucha Arcoíris han ido aumentando en proporción con respecto a los otros tipos de peces.

Gráfico N°7: Importaciones de ovas de salmonídeos por especie. Período 1984-2000.

Fuente: Sernapesca, 2001



La aparición de enfermedades en las especies salmonídeas en Chile han sido en forma progresiva, por ejemplo, la enfermedad bacteriana del riñon (BKD) en 1987, flavobacteriosis visceral (RTFS) en 1993, IPN en 1995 y el aislamiento de un virus tipo

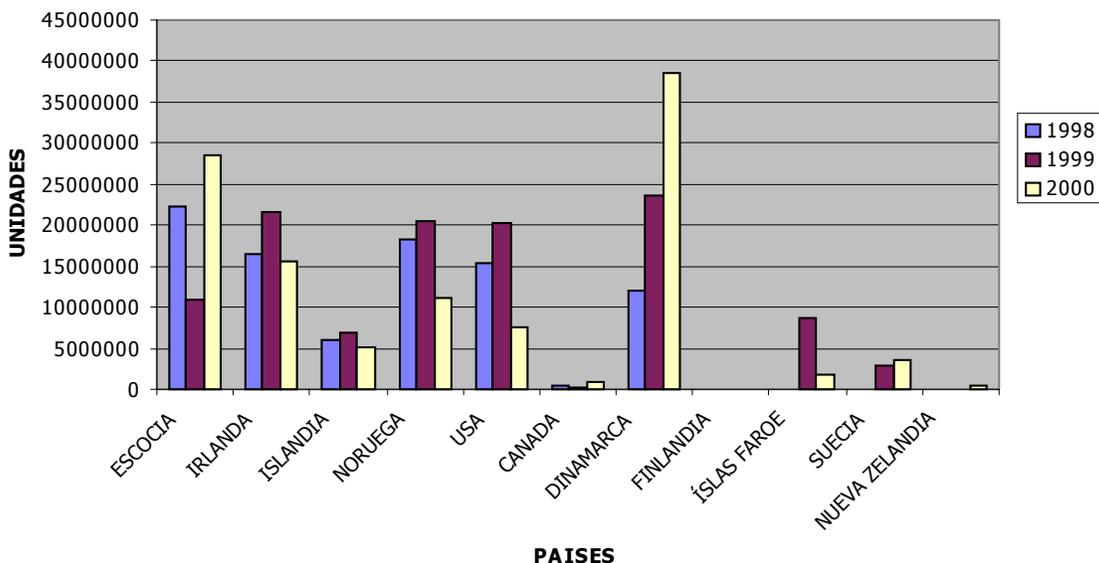
virus de la Anemia Infecciosa del Salmón (ISA) en Salmón Coho, publicado por la OIE el año 2000. Este último hallazgo fue declarado por el Servicio Agrícola y Ganadero ante la OIE, sin embargo, el Servicio Nacional de Pesca ha declarado oficialmente que el aislamiento viral no corresponde a la forma tradicional de Anemia Infecciosa del Salmón reportada en otros países del mundo, la cual afecta principalmente la especie Salmón del Atlántico.

Algunas enfermedades que afectan las poblaciones de peces podrían estar asociadas a la importación de ovas contaminadas con alguno de los agentes mencionados a través de su transmisión vertical u horizontal. Es importante mencionar que la disponibilidad de métodos de diagnóstico confiables y la aparición de nuevas técnicas diagnósticos con mayor sensibilidad y especificidad podrían estar contribuyendo a la confirmación de la presencia o no de algunas enfermedades que no han sido descritas en Chile como VHS, IHN y EHN..

La enorme implicancia de la importación de ovas en el desarrollo de la industria, se refleja en el gráfico 7, donde se observa que el crecimiento de la industria chilena ha sido fuertemente dependiente de la importación de ovas, especialmente para la producción de Salmón del Atlántico y Trucha Arcoíris. Las importaciones de ovas provienen de diferentes países como se observa en el Gráfico 8. Dinamarca es el país más importante en términos de volumen de ovas importadas con un 23,2% en el período 1999-2000. Le siguen en importancia Escocia (19,3%), Irlanda (16,8%), Noruega (15,6%), Estados Unidos (13,5%), Islandia (5,6%), Islas Faroe (3,3%) y Suecia (2,0%).

Gráfico N°8: Importaciones de ovas de Salmónidos por país. Período 1998-2000

Fuente: Sernapesca, 2001



Situación sanitaria en Chile

Para desarrollar un análisis de riesgo de enfermedades infectocontagiosas que puedan ser transferidas por ovas, es importante conocer cual es la realidad sanitaria de Chile en orden a conocer en mejor detalle cuales podrían ser las patologías exóticas (no descritas en el país) y cuales son las enfermedades que están presentes en forma endémica o esporádica afectando las poblaciones de peces en Chile.

La situación sanitaria de la industria salmonera en Chile ha sufrido un deterioro del punto de vista de la introducción de enfermedades a partir de 1987. Esto coincidiría con el aumento de producción desde la misma fecha y la importación de grandes volúmenes de ovas. Es así como en 1987 se describe la presencia de BKD, en 1989 se aísla SRS, posteriormente IPN en 1997.

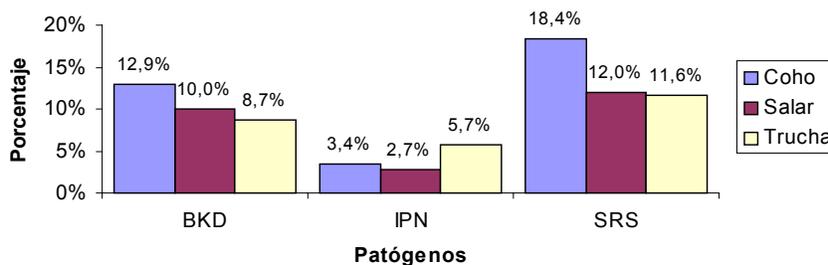
Con respecto a las enfermedades ya presentes en los centros de producción, en la etapa de hatchery-alevinaje las enfermedades más importantes que afectan la producción de salmones son las Necrosis pancreática infecciosa (IPN), Flavobacteriosis, Enfermedad bacteriana del riñón (BKD) y Hongos.

Durante la fase de alevinaje-esmoltificación las principales enfermedades en orden de mayor a menor importancia son IPN, Flavobacterias, Hongos, Yersinia, Piscirickettsia Salmonidea (SRS) y BKD. Finalmente en la etapa de engorda las enfermedades en orden de importancia son SRS, IPN y BKD (Intesal, 2001).

Con relación con IPN, según datos de Intesal (2001), las pisciculturas afectadas en 1999 fueron un 48% del total de pisciculturas, los centros de esmoltificación (61%) y centros de engorda (49%). De acuerdo a la especie, un 83% de los casos de IPN afectaron al Salmón del Atlántico y 17% en Trucha Arcoíris.

Estudios sobre la prevalencia y el monitoreo de estas patologías en las poblaciones de salmónidos son escasos y la única información disponible sobre este punto ha sido proporcionada por INTESAL. Esta, se relaciona con la proporción de resultados positivos en el programa de monitoreo sanitario llevado a cabo entre 1999 Y 2001 (Intesal, 2001). Esta institución ha desarrollado un programa de monitoreo sanitario en los centros de producción y en análisis durante el año 2000 indican que de un universo de 2.779 peces muestreados en centros de agua dulce y de mar, la presencia de flavobacteriosis es baja en Salmón del Atlántico (0,9%) y un 2,3% en Trucha Arcoiris.

Gráfico N°9: Proporción de diagnósticos de BKD, IPN y SRS por especie



Fuente: INTESAL, 2001

En el gráfico 3 se puede apreciar que las tasas de infección en Salmón Coho son superiores en BKD y SRS. Con respecto a la especie y la situación sanitaria de IPN, éste afecta en mayor proporción a Trucha Arcoíris.

Con relación al tipo de centro de producción , aparece una mayor tasa de peces reaccionantes para BKD, IPN y SRS en centros de agua de mar. Por otra parte, los peces originados por ovas nacionales presentan una positividad de BKD (18,7% en agua dulce y 29,1% en agua de mar), SRS (16, 9% y 27,8%) y para IPN (3,8% y 10,1%). En peces originados a partir de ovas importadas, la tasa de reaccionantes en gua dulce y agua de mar respectivamente para BKD (16,7% y 38,4%), SRS (16,7% y 20,5%) e IPN (3,4% y 11,8%) (Intesal, 2001).

De acuerdo a esta información parcial generada en el monitoreo serológico desarrollado por Intesal, solamente BKD presentaría una asociación con el aumento de diagnósticos positivos en agua de mar a partir de peces originados desde ovas importadas.

Con relación a la situación sanitaria de la población salmonidea informada para el período Julio-Diciembre 2000 (Programa de Vigilancia Epidemiológico en Acuicultura que desarrolla el Servicio Nacional de Pesca), el último informe de una serie de seis publicados a partir de 1998, se presenta la información de los informes emitidos por los laboratorios incorporados en la Nómina Oficial de Laboratorios Reconocidos por Sernapesca. Los laboratorios que enviaron antecedentes en el período son:

- Alitec Ltda.
- Aquatic Health, Puerto Montt
- Aquatic Health, Castro
- Aquatic Health, Coyhaique
- Biovac, Fish Health and Quality Services
- Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral
- Fundación Chile, Castro
- Fundación Chile, Puerto Montt
- Instituto de Fomento Pesquero, Coyhaique
- Laboratorio de Bioquímica y Virología, Universidad de Valparaíso
- ADL Diagnostic Chile Ltda., Castro

Es importante señalar que la información entregada en estos informes es voluntaria y en un formato muy general y cualitativo lo cual persenta escasa utilidad del

punto de vista del monitoreo de la salud de los peces. Cada informe no incluyen datos cuantitativos como el número de casos y la población expuesta. En los informes, solamente se indica la presencia de los patógenos por zona en las 15 zonas pertenecientes a las regiones VIII, IX, X, XI y XII.

Dentro de la lista de agentes patógenos detectados en Salmón del Atlántico se encuentran BKD, IPN, Flavobacteriosis, Hongos, Hexamita, Ichthyophthirius, U2, Yersiniosis, Flavobacteriosis visceral, enfermedad bacteriana de las branquias, Pseudomonas, SRS, Septicemia por aeromona salmonicida, Enfermedad de aleta podrida, caligus y cocaceas.

En Salmón Coho se describen flavobacteriosis, SRS, Enfermedad Bacteriana de las branquias, Caligus, IPN, Flavobacteriosis interna o visceral, Yersiniosis, BKD, Caligus flexispina.

Flujo del proceso de importación de ovas

El proceso de importación de ovas pasa por variadas etapas desde su producción en el país de origen hasta la recepción en Chile. Este proceso de importación nos permite identificar las principales etapas por las cuales el peligro o las enfermedades pueden ser transferidas en la cadena de importación. Uno podría dividir los eventos más importantes desde la importación de ovas en tres grandes etapas:

- Procesos que ocurren en el país de origen para llevar al despacho de las ovas hacia Chile.
- Procesos que comprometen al transporte desde el país de origen hacia Chile
- Procesos que ocurren en Chile para que el cargamento de ovas sea efectivamente recibido y guiado a su centro de destino.

En cada etapa del proceso de importación existen riesgos que las ovas certificadas como libres de patógenos puedan contagiarse con agentes patógenos por vía horizontal.

En ausencia de información científica sobre la viabilidad de las ovas en los diferentes procesos a los cuales son sometidos durante la importación, un grupo de expertos de la industria, universidades y servicio público fueron consultados sobre diferentes ámbitos en cada una de las etapas del proceso de importación con respecto a dos modelos: ISA e IPN.

El objetivo de lo anterior fue la identificación y dimensionamiento de los riesgos epidemiológicos más relevantes en cada una de las etapas y del nivel de consenso que ellos presentaban entre los expertos con respecto a la importancia o no del ámbito específico.

Países exportadores de ovas a Chile

Los siguientes países son identificados como los principales exportadores de ovas a Chile en el período 1984-2000 y su respectiva situación sanitaria: Dinamarca, Noruega, Escocia, Irlanda, Estados Unidos, Finlandia, Islandia, Suecia, Islas Faroe, Canadá y Australia.

Tabla N°28: Situación Sanitaria de los Países exportadores de ovas

País	Especies	Situación Sanitaria	Brotos
Irlanda	S. Atlántico	VHS, Furunculosis, Vibriosis, PKD, IPN, SRS.	VHS (97)
Escocia	S. Atlántico	ISA, PD, Furunculosis, Vibriosis, PKD, IPN, BKD	S/I
Islandia	S. Atlántico	Hitra, BKD, Aeromonas salmonicida atípica	BKD (97,98)
Estados Unidos	S. Atlántico S. Coho	IHN, VHS, Furunculosis, Vibriosis, PKD, IPN, ISA.	ISA (01)
Dinamarca	T. Arcoiris	VHS, Furunculosis, PKD, IPN	S/I
Noruega	S. Atlántico S. Coho	VHS, ISA, Furunculosis, Hitra, Vibriosis, PKD, IPN, SRS, BKD	VHS (98), ISA (2000), PD (99), Furunculosis (99), IPN (00), BKD (00)
Islas Faroe	S. Atlántico	ISA	ISA (01)
Nueva Zelandia	S. Rey	Sin información	S/I
Canadá	S. Atlántico	Sin información	S/I
Suecia	Trucha A.	VHS, Furunculosis, Vibriosis, PKD, IPN, BKD	VHS (98), Furunculosis (99), PKD (99), IPN (99), BKD (00)

Fuente: OIE (2001), INTESAL (2001)

VHS= Septicemia hemorrágica viral , PKD= Enfermedad proliferativa del riñón
 IPN= Necrosis pancreática infecciosa, BKD= Enfermedad bacteriana del riñón
 IHN= Necrosis hematopoyética infecciosa, ISA= Anemia infecciosa salmonídea

Como se puede observar en la tabla 28, Noruega y Suecia aparecen cualitativamente como los países exportadores de ovas con mayor presencia de enfermedades, sin embargo, en el caso de Suecia, la organización de sus servicios sanitarios permitan un rápido y confiable reporte e información sobre el verdadero estatus sanitario de las poblaciones de peces. En un grupo de menor incidencia de problemas se encontrarían Irlanda, Islandia y Dinamarca.

La presencia de IHN es solamente reportada por Estados Unidos. Por otra parte, VHS es reportada por Noruega, Suecia, Irlanda y Estados Unidos y finalmente ISA que es una enfermedad declarada como de alta importancia por Noruega, Islas Faroe, Escocia y Estados Unidos.

METODO DELPHI

A continuación se presentan los resultados de la encuesta Delphi posterior a la primera, segunda y tercera circulación de los cuestionarios. Se encuentran estructurados en la misma forma del cuestionario que les fue entregado a cada uno de los expertos durante la primera circulación. Se entrega la información con respecto a la alternativa, o grado de importancia en la cuál se logró el consenso más el porcentaje de expertos que coincide en esa alternativa. En caso de no haberse logrado el consenso aparece la sigla “C.N.L.” que indica “Consenso no logrado”.

Las distribuciones de las respuestas por cada pregunta de la encuesta se encuentran disponibles en el Anexo 2. Es necesario hacer notar que la numeración original del cuestionario se mantuvo con el objetivo que no existieran confusiones por el cambio de numeración de las preguntas.

País de Origen

Con respecto a la susceptibilidad de las especies frente a IPN e ISA el panel de expertos identifico que para IPN las especies con mayor susceptibilidad son Salmón del Atlántico (61,5% lo ubico en la categoría de mayor susceptibilidad (5)) y Trucha Arcoiris con un 60% en la categoría de susceptibilidad (4).

Para ISA, el panel identifica a Salmón del Atlántico como él de mayor susceptibilidad (76,9% en categoría 5) y a Trucha arcoiris con un 80% en la categoría 2, es decir, presentaría una menor susceptibilidad con respecto a Salmón Salar.

Esto podría explicarse porque ISA históricamente ha afectado a poblaciones de Salmón del Atlántico, sin embargo es necesario destacar que en Chile se ha aislado el agente causal de ISA desde poblaciones de Salmón Coho. Con respecto a la Trucha es posible encontrar consenso en ambas enfermedades dándole una susceptibilidad alta para IPN y baja para ISA. Sin embargo, ha sido descrito que las Truchas pueden actuar como reservorios de ISA en forma silvestre lo que podría tener un rol clave en la transmisión de la enfermedad y la mantención de un ciclo epidemiológico en reservorios silvestres.

También se consultó sobre la importancia de los programas de vacunación. Para ambas enfermedades, ISA e IPN, fue posible obtener un consenso, aunque el puntaje sobre los cuales se obtuvo el consenso son exactamente opuestos. En el caso de IPN es posible observar una muy alta importancia (61,5%), por su parte para ISA el consenso se obtuvo en la alternativa ninguna importancia (61,5%). Las razones que pueden llevar a esto es que las vacunas en IPN son un recurso probado y de gran eficacia como medida de prevención, mientras que en ISA no existen vacunas con una efectividad comprobada.

Otra pregunta al panel de expertos, tuvo relación con el nivel de importancia que ellos atribuyen al diagnóstico de enfermedades previo al desove. Para ambas enfermedades, ISA (92,3%) e IPN (69,2%), se obtuvo consenso con un puntaje de 5, es decir, con una muy alta importancia. Esta situación se debería a que esta etapa es reconocida como un punto crítico en la prevención de transmisión de enfermedades a través de la importación de ovas. En el caso de ISA puede ser un poco menor el porcentaje alcanzado sobre todo porque aún no está probada la transmisión vertical, ya que la gran mayoría de los autores la descartan pero algunos manifiestan algunas interrogantes sobre éste u otro mecanismo de transmisión aún no confirmado (Nylund *et al.*, 1999).

Con respecto a la importancia de la distancia física entre los centros, el consenso fue logrado para la enfermedad de IPN en la categoría importante (80%). En el caso de ISA fue posible obtener el consenso en la categoría muy importante (69,2%), probablemente debido al fuerte impacto que ha tenido la presencia de la enfermedad en los últimos brotes en Europa (Noruega y Escocia)

Al consultar a los expertos sobre las distancias mínimas a las que se deberían encontrar los centros, en ambas enfermedades fue posible obtener el consenso para las distancias de 4 a 5 km. Con un 70% de las respuestas en ambos casos lo cual refleja la importancia de mantener centros de producción a una distancia mínima debido a la facilidad de los agentes patógenos de ser transmitidos por el agua.

El tamaño de muestra para certificar los lotes reproductores libres de enfermedades de importancia como IPN e ISA fue consultado. Se alcanzó el consenso en

la alternativa 1,1-2% para IPN (100% respuestas) y para ISA demostraron una menor tolerancia porque se alcanzó el consenso en la alternativa (no positivos) (69,2%).

En la pregunta correspondiente al porcentaje total de reproductores en la muestra, para considerar la partida como aceptable, se logró el consenso tanto para IPN como ISA, en la opción de un 81 a 100%. Reafirmando de esta manera la opinión de los expertos basados en una práctica ya establecida en los centros de reproductores, es decir, se prefiere y recomienda la certificación de todos los reproductores para ISA e IPN.

Transporte País de origen- Chile

Con relación a las preguntas 13,14,15 y 16 del cuestionario Delphi, no serán analizadas en este informe debido a la entrada en vigencia de una nueva normativa desde el 24 de Septiembre del 2001 período en el cual se desarrolló el proyecto. Esto ha generado un nuevo escenario en el ingreso de ovas desde otros países. Esta normativa trata medidas relacionadas con “Medidas de protección, control y erradicación de enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas” (Sernapesca, 2001).

En piscicultura, una vez que las ovas eclosionan, una serie de diagnósticos se realizan sobre la población de alevines. Frente a la pregunta ¿Cual cree Ud. que debe ser el porcentaje total de alevines a muestrear para considerar la partida como aceptable?, los expertos señalaron por consenso que se debe tomar una muestra entre un 0,1 a 1% de los alevines para IPN (80%) e ISA (60%).

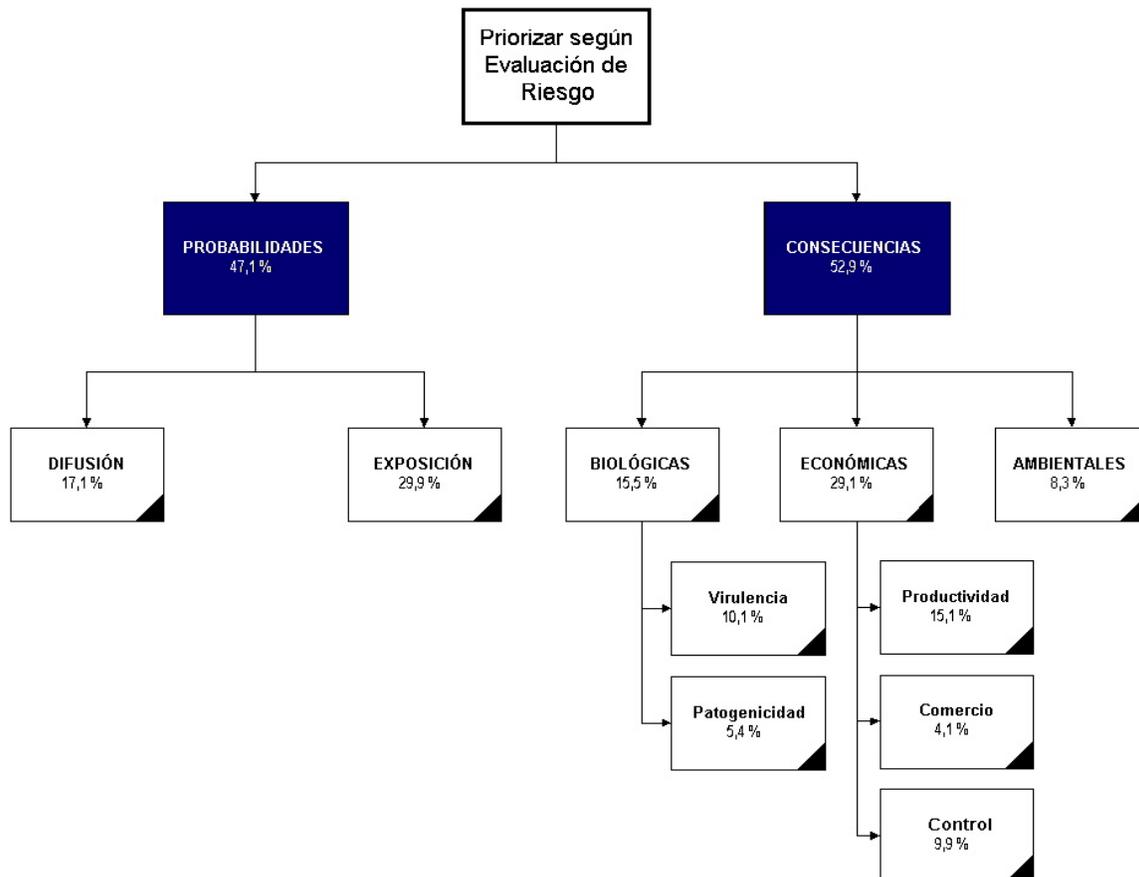
Con relación a los manejos realizados y su implicancia como potenciales diseminadores de la enfermedad, se obtuvo consenso para el punto cambio de mallas para IPN e ISA de un 69,2% y 76,9% respectivamente, con una baja importancia. Para el aspecto de los muestreos, también se logró consenso para IPN e ISA, con un 76,9% para ambas, con una baja importancia. En el caso de la selección, se obtuvo consenso para IPN e ISA, en opciones de baja importancia

METODO ANALISIS JERARQUICO (AHP)

Estructura Jerarquica: Imprtancia relativa de los criterios

La importancia relativa de los criterios de la evaluación de riesgo de importación de ovas de salmónidos, indica que existe una ponderación mayor de las consecuencias de enfermedades por sobre las probabilidades de difusión y exposición de ellas como se indica en la figura 4. Esto indicaría una mayor preocupación por los factores que influyen en el impacto de las enfermedades

Figura N°4 : Estructura Jerárquica con los Pesos Relativos de los Criterios OIE para la Evaluación de Riesgo



Además, se observa en la figura 4, una mayor importancia relativa de la probabilidad de exposición (establecimiento y diseminación) con respecto a la probabilidad de difusión (introducción) de una enfermedad a través de las ovas de salmónidos.

Dentro de las consecuencias, el impacto económico es el más importante (29,1%), seguido por el impacto biológico (15,5%) y finalmente el factor ambiental (8,3%). Existe una clara preocupación por los impactos económicos directos e indirectos que pudiese originar el ingreso, diseminación y brotes de una enfermedad, principalmente en sus resultados en productividad, seguido por el control de enfermedades si se establecen y finalmente en el comercio internacional de productos. La importancia que tendrían las enfermedades en el comercio o exportación de salmones es bastante menor, esto se podría explicar básicamente porque Chile exporta principalmente carne de salmón y trucha y no precisamente ovas.

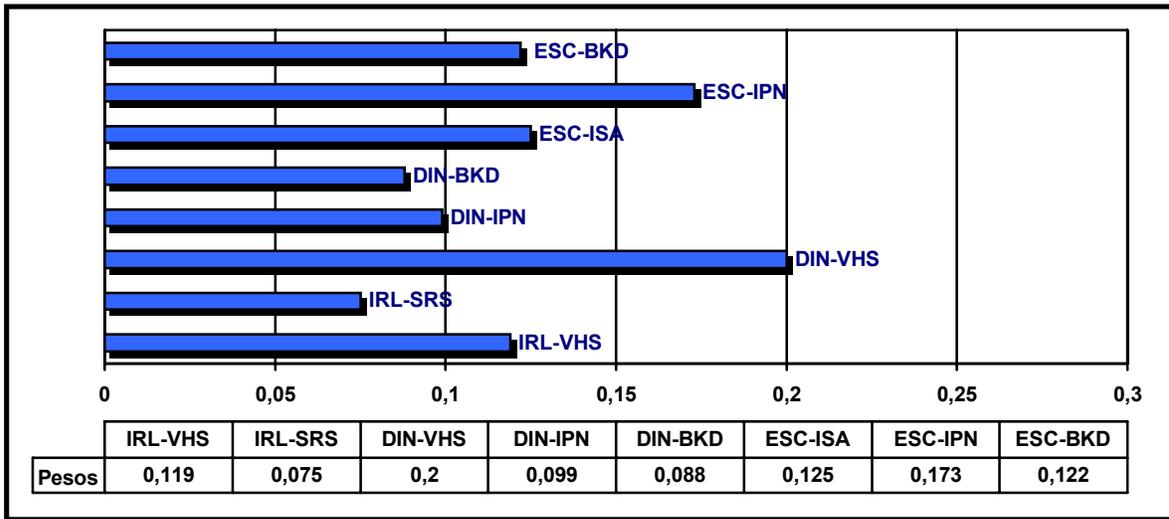
El criterio de impacto biológico, se relaciona con la virulencia y la patogenicidad de los agentes involucrados. Los expertos estimaron que el grado de severidad causado por el agente (virulencia; 10,1%) presenta una importancia relativa mayor que la capacidad del agente en causar la enfermedad (patogenicidad; 5,4%).

Sobre la evaluación de riesgos por entidad país-enfermedad

Probabilidades de Difusión y Exposición

Dentro del criterio de probabilidad, los juicios emitidos por los expertos demuestran una probabilidad relativa mayor para las enfermedades VHS e IPN asociados a ovas que puedan provenir de Dinamarca e Irlanda, respectivamente (ver Gráfico N°10).

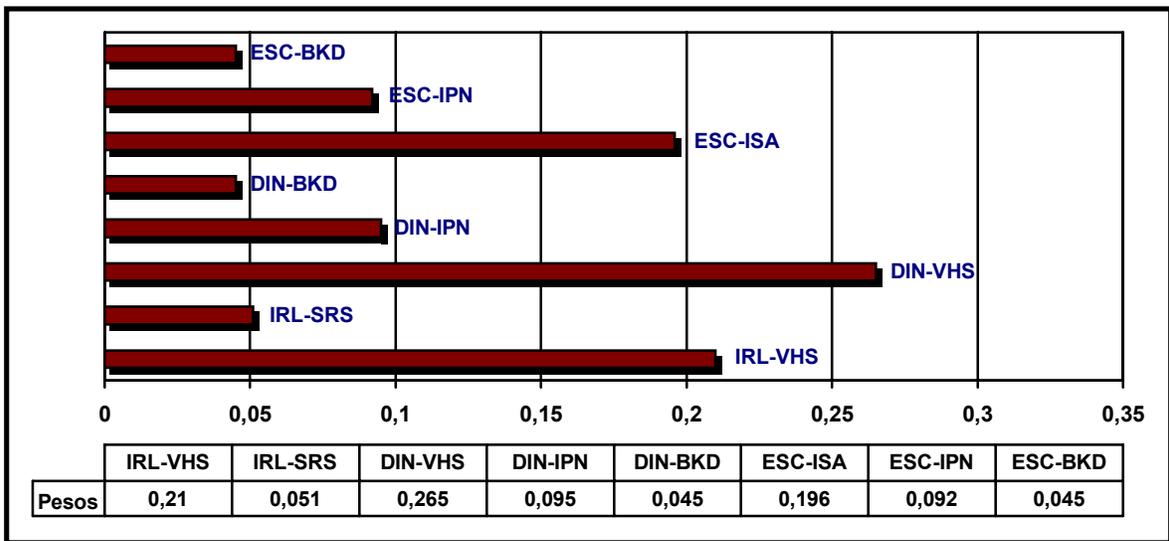
Grafico N°10: Ranking Según Probabilidades



Consecuencias del Establecimiento de la Enfermedad

En el ámbito de las consecuencias o impactos, el resultado indica que el mayor impacto se debería al establecimiento y diseminación de VHS. Luego, en orden decreciente de importancia esta ISA seguido de IPN, SRS y BKD (ver Gráfico N°11).

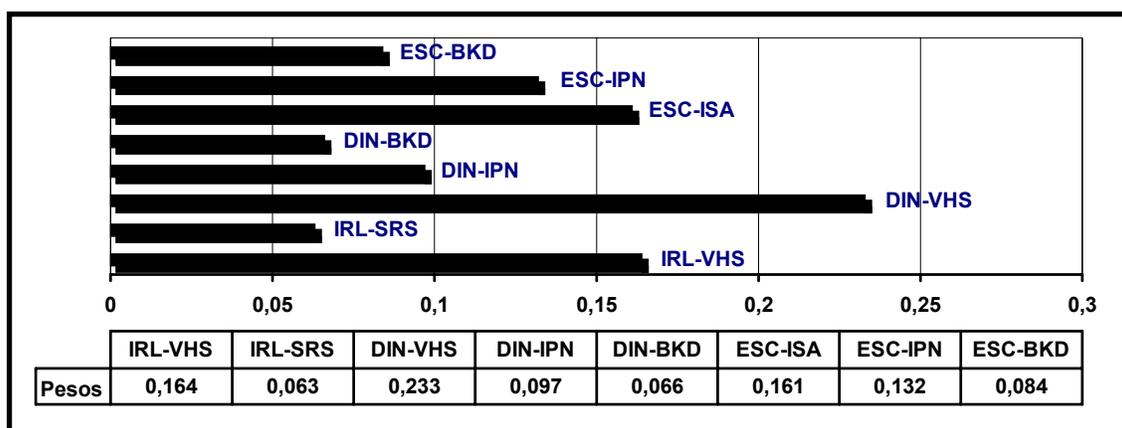
Grafico N°11: Ranking Según Consecuencias



Magnitud del Riesgo

La función de consenso para estimar o medir el riesgo considera tanto las probabilidades de difusión, establecimiento como los impactos. Esta señala que la enfermedad VHS asociado a ovas provenientes de Dinamarca, presenta el mayor nivel de riesgo respecto a las alternativas comparadas (Gráfico N°12).

Gráfico N°12: Magnitud del Riesgo



Considerando los resultados de probabilidades, consecuencias y riesgo, éstos son resumidos en la tabla 29:

Tabla N°29: Riesgo, Probabilidad y consecuencia de cada entidad país-enfermedad

	ALTERNATIVA	PESO		ALTERNATIVA	PESO		ALTERNATIVA	PESO
RIESGO	IRL-SRS	6,3%	PROBABILIDAD	IRL-SRS	7,4%	CONSECUENCIAS	IRL-SRS	5,2%
	DIN-BKD	6,6%		DIN-BKD	8,8%		DIN-BKD	4,5%
	ESC-BKD	8,4%		ESC-BKD	12,2%		ESC-BKD	4,5%
	DIN-IPN	9,7%		DIN-IPN	9,9%		DIN-IPN	9,5%
	ESC-IPN	13,2%		ESC-IPN	17,3%		ESC-IPN	9,2%
	ESC-ISA	16,1%		ESC-ISA	12,5%		ESC-ISA	19,6%
	IRL-VHS	16,4%		IRL-VHS	11,9%		IRL-VHS	21,0%
	DIN-VHS	23,3%		DIN-VHS	20,0%		DIN-VHS	26,5%
	100,0%		100,0%		100,0%			

La priorización obtenida por el AHP (ver gráfico 13) entrega un orden de mayor a menor riesgo, comenzando con VHS y terminado con SRS, ambas presentes en las listas de enfermedades de alto riesgo. La enfermedad VHS se clasifica dentro de la Lista 1 y el resto en la Lista 2.

GRAFICO N°13: Escala de riesgo, Modelo AHP

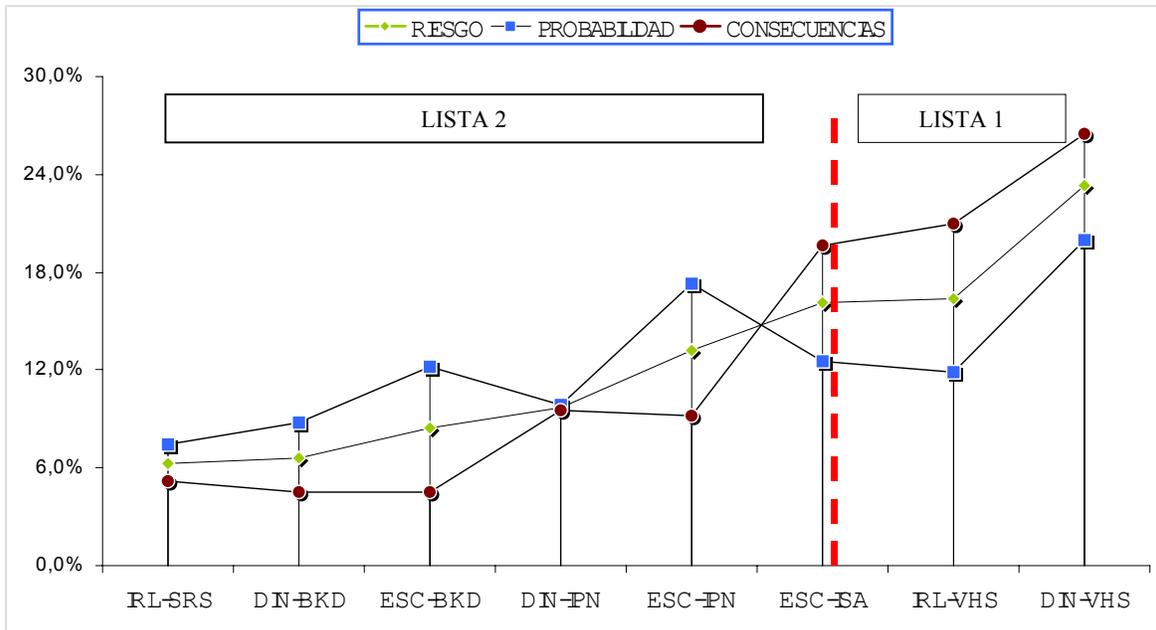


GRAFICO N°14: Escala de riesgo país-enfermedad



Considerando los resultados de la evaluación semicuantitativa de riesgo, que considera las probabilidades para la importación de un millón de ovas y utiliza las escalas y matrices de estimación de riesgo de la Agencia de Inspección de Alimentos de Canadá (Canadá, 2001), las entidades país-enfermedad consideradas en el AHP se ubican en un rango de riesgo alto a despreciable (ver gráfico 13 y 14). En el caso de Dinamarca-VHS, correspondería a un riesgo alto, Irlanda-VHS y Escocia-ISA en riesgo moderado, IPN (Escocia y Dinamarca) en riesgo muy bajo y finalmente, BKD (Dinamarca, Escocia) y SRS (Irlanda) con riesgo despreciable (ver gráfico 14). Mayores detalles del Modelo AHP son entregados en el Anexo 6.

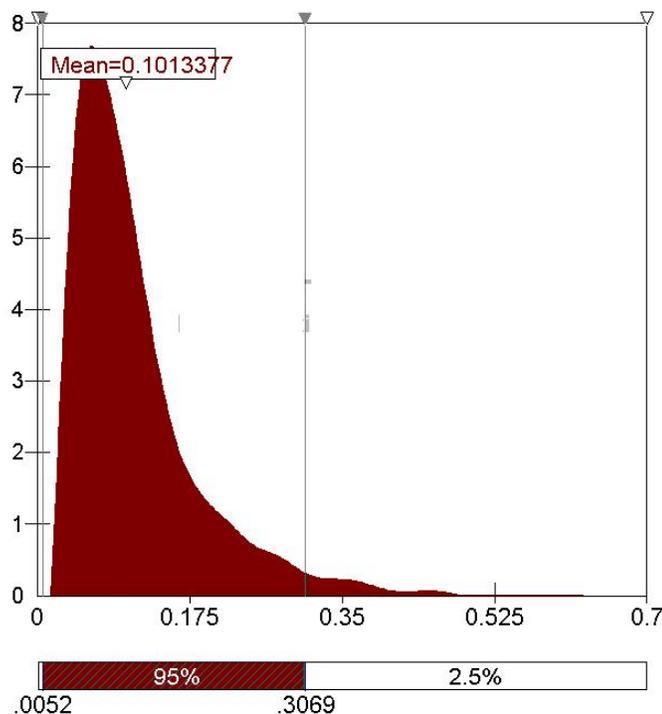
MEDICION DE RIESGO SEMI-CUANTITATIVA

Las probabilidades calculadas en los modelos se basaron en el supuesto de que una partida promedio de ovas importadas a Chile es de aproximadamente un millón de unidades y por lo tanto, los resultados son proyectables en base a este número.

Modelo IPN Escocia

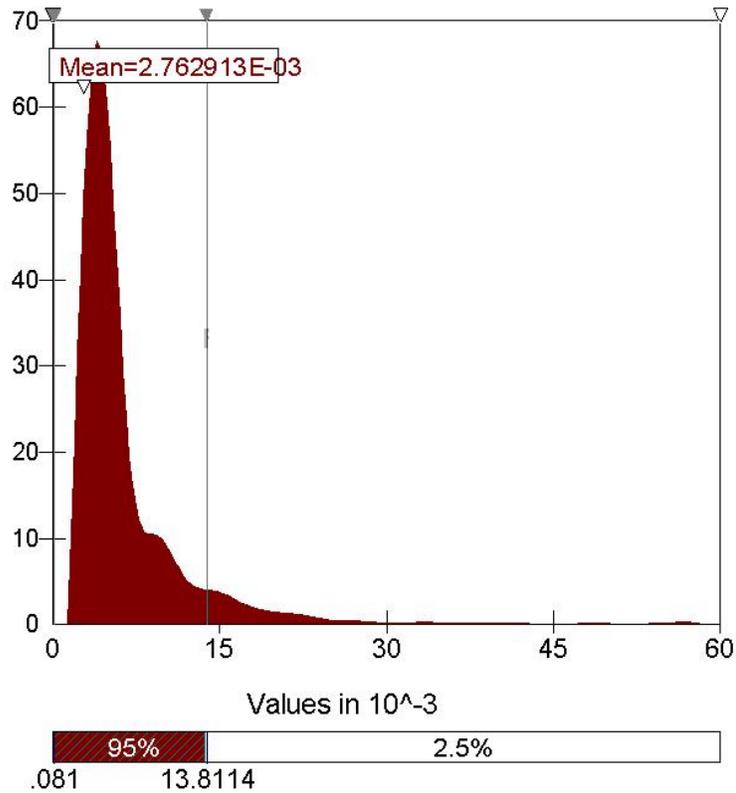
En el caso del modelo IPN Escocia los resultados obtenidos indican que la probabilidad de exposición tiene una media de 0,10 y sus límites de confianza inferior y superior al 90% son 0,01 y 0,25 respectivamente (gráfico 15).

Gráfico N°15: Probabilidad de Exposición Modelo IPN-Escocia



Por otra parte la probabilidad de difusión tiene una media de 0,0027 y sus límites de confianza inferior y superior al 90% son 0,00014 y 0,0093 respectivamente (gráfico 16).

Gráfico N°16: Probabilidad de Difusión Modelo IPN-Escocia



Un resumen de los resultados de probabilidades es posible observarlo en la tabla 30:

Tabla N°30: Probabilidades del Modelo IPN-Escocia

	Media	Lim Inf	Lim Sup
P(A)	0,6308239	0,3996	0,825
P(B)	0,4967852	0,2893	0,7233
P(C)	0,3225175	0,0381	0,7684
P(D)	0,0222456	0,0034	0,0717
P(E)	0,1168051	0,0136	0,2572
P(A)xP(B)xP(C)	0,1010718	0,011	0,2571
P(D)xP(E)	0,0027984	0,000141	0,0093

La transformación de las probabilidades a la escala cualitativa entregó el siguiente resultado (tabla 31)

Tabla N°31: Probabilidades del Modelo IPN-Escocia

Evaluación de las probabilidades

	Media	Límite Inferior	Límite Superior
Probabilidades de Exposición	MODERADA	MEDIA	MODERADA
Probabilidades de Difusión	BAJA	EXTREMADAMENTE BAJA	BAJA
Evaluación Final de las Probabilidades	BAJA	DESPRECIABLE	BAJA

Análisis de Sensibilidad

A continuación es posible observar los gráficos que resumen las principales salidas del análisis de sensibilidad, el cual utiliza un método de regresión, tanto para la probabilidad de exposición (figura 5) como para la probabilidad de diseminación (figura 6).

Figura N°5: Análisis de Sensibilidad de la Probabilidad de Exposición IPN-Escocia

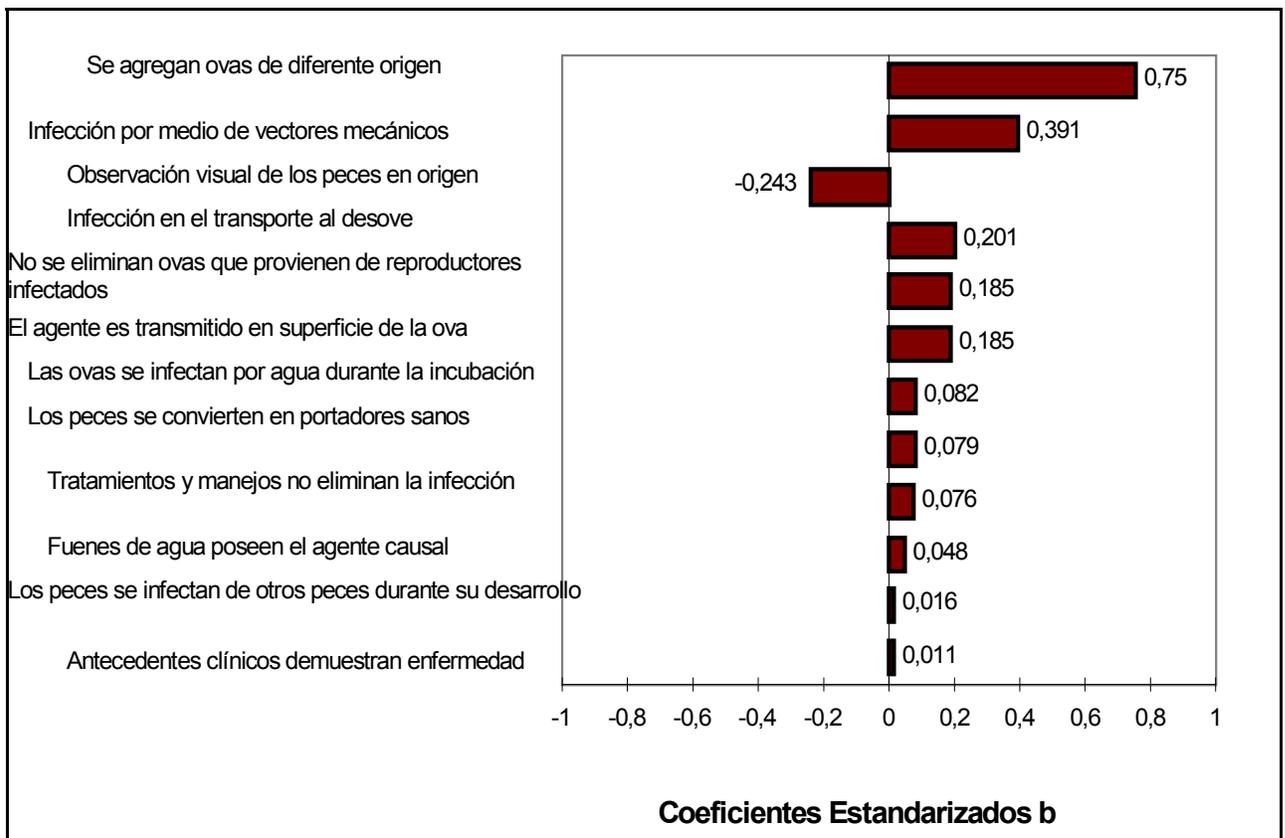
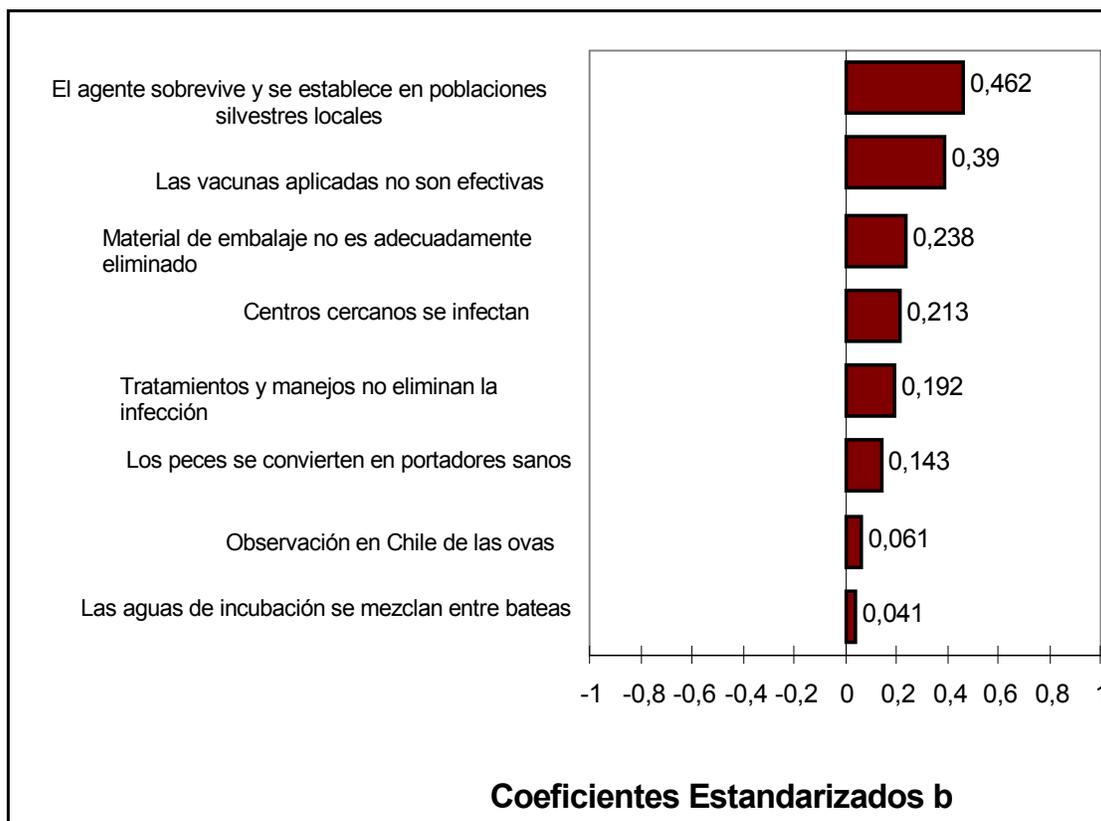


Figura N°6: Análisis de Sensibilidad de la Probabilidad de Diseminación IPN- Escocia



Estimación de Consecuencias

La suma de los puntajes obtenidos de los expertos para la evaluación de los factores económicos fue la siguiente:

Tabla N°32: Factores Economicos y Consecuencias IPN Escocia

Factores Económicos	Puntaje
Animales	10
Perdidas por morbilidad y producción	10
Perdidas por mercado interno (Incluye perdidas por restricción de movimientos)	9
Perdidas en mercados externos	3
Costos de control y erradicación	13
Vigilancia y tests serologicos	9
Indemnizaciones	8
Costos en salud publica	1
Daños y perdidas medio ambientales	9
Total	72

Nota: La probabilidad y las perdidas se interpretan como la probabilidad de que las consecuencias ocurran y la magnitud de las consecuencias en términos monetarios directos e indirectos

Dicho puntaje total se evaluó de acuerdo a la siguiente escala (tabla 33):

Tabla N°33: Escala de Puntaje y de consecuencias IPN-Escocia

Numero de expertos	4	
Categoría	Limite inferior	Limite superior
Despreciable	0	28
Muy Bajas	29	60
Bajas	61	92
Moderadas	93	124
Altas	125	156
Extremas	157	180

Esta escala varía de manera directamente proporcional al número de expertos que sean consultados ya que la sumatoria de los puntajes debe variar también. Finalmente y en este caso en particular para IPN las consecuencias son estimadas en *Bajas*.

Magnitud del Riesgo

Al incorporar los valores y calificaciones de las probabilidades y consecuencias en la matriz de riesgo se obtienen los siguientes resultados (tabla 34):

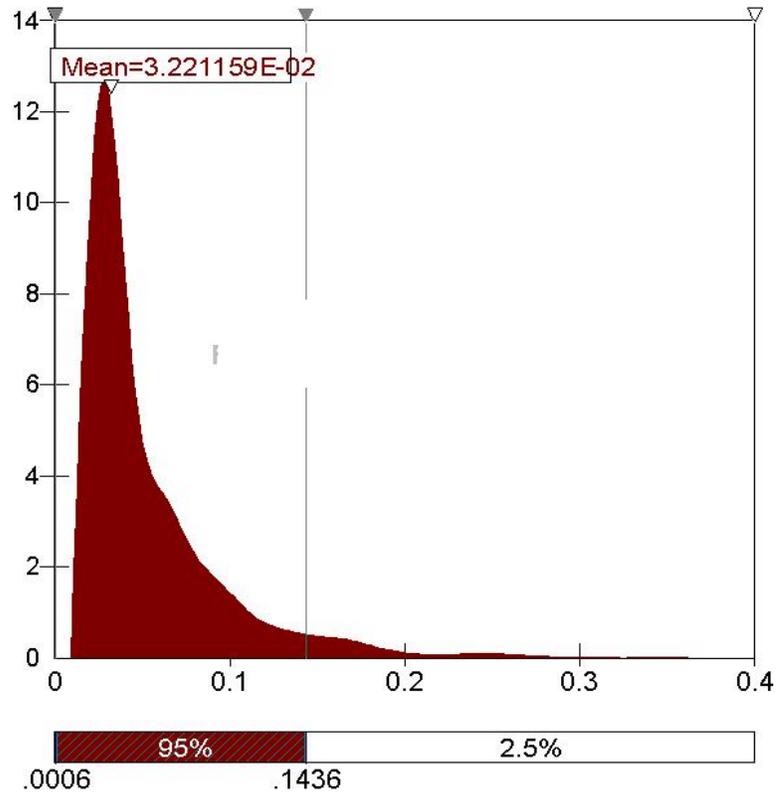
Tabla N°34: Escala de Puntaje y de Consecuencias IPN-Escocia

	Media	Limite Inferior	Limite Superior
Probabilidades de Exposicion	MODERADA	MEDIA	MODERADA
Probabilidades de Difusión	BAJA	EXTREMADAMENTE BAJA	BAJA
Evaluación Final de las Probabilidades	BAJA	DESPRECIABLE	BAJA
Evaluación de las Consecuencias	BAJAS		
Evaluación Final de Riesgo	MUY BAJO	DESPRECIABLE	MUY BAJO

Modelo ISA Escocia

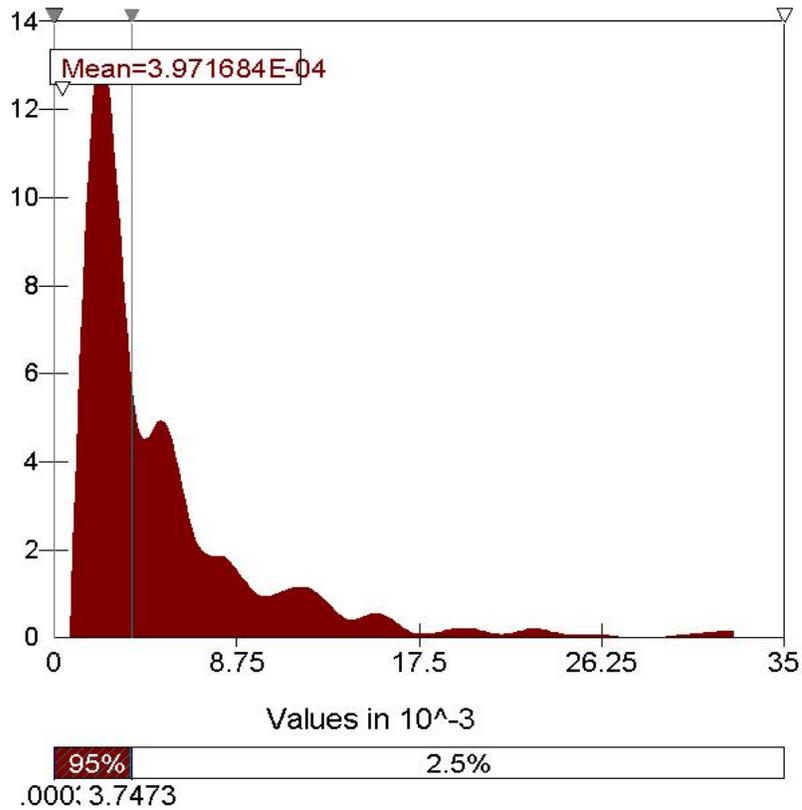
En el caso del modelo ISA Escocia los resultados obtenidos indican que la probabilidad de exposición tiene una media de 0,032 y sus límites de confianza inferior y superior al 90% son 0,0015 y 0,10 respectivamente (gráfico 17).

Gráfico N°17: Probabilidad de Exposición Modelo ISA-Escocia



Por otra parte la probabilidad de difusión tiene una media de 0,00039 y sus límites de confianza inferior y superior al 90% son 5,62E-7 y 0,0015 respectivamente (gráfico 18).

Gráfico N°18: Probabilidad de Difusión Modelo ISA-Escocia



Un resumen de los resultados de probabilidades del Modelo Isa-Escocia, es posible observarlo en la tabla 35.

Tabla N°35: Probabilidades del Modelo ISA-Escocia

	Media	Lim Inf	Lim Sup
P(A)	0,5021741	0,1643	0,9254
P(B)	0,3763067	0,1076	0,7414
P(C)	0,1706414	0,0218	0,4045
P(D)	0,0080287	0,000269	0,0439
P(E)	0,0495739	0,000348	0,1921
P(A)xP(B)xP(C)	0,0322464	0,00159	0,1094
P(D)xP(E)	0,000398	5,62E-07	0,00154

La transformación de las probabilidades a escala cualitativa entregó el siguiente resultado (tabla 36):

Tabla N°36: Probabilidades del Modelo ISA-Escocia (Intervalo de confianza)

Evaluación de las probabilidades	Media	Límite Inferior	Límite Superior
Probabilidades de Exposición	MEDIA	BAJA	MODERADA
Probabilidades de Difusión	MUY BAJA	DESPRECIABLE	BAJA
Evaluación Final de las Probabilidades	EXTREMADAMENTE BAJA	DESPRECIABLE	BAJA

Análisis de Sensibilidad

A continuación es posible observar los gráficos que resumen las principales salidas del análisis de sensibilidad, por el método de regresión, tanto para la probabilidad de exposición (figura 7) como para la probabilidad de diseminación (figura 8).

Figura N°7: Análisis de Sensibilidad de la Probabilidad de Exposición ISA-Escocia

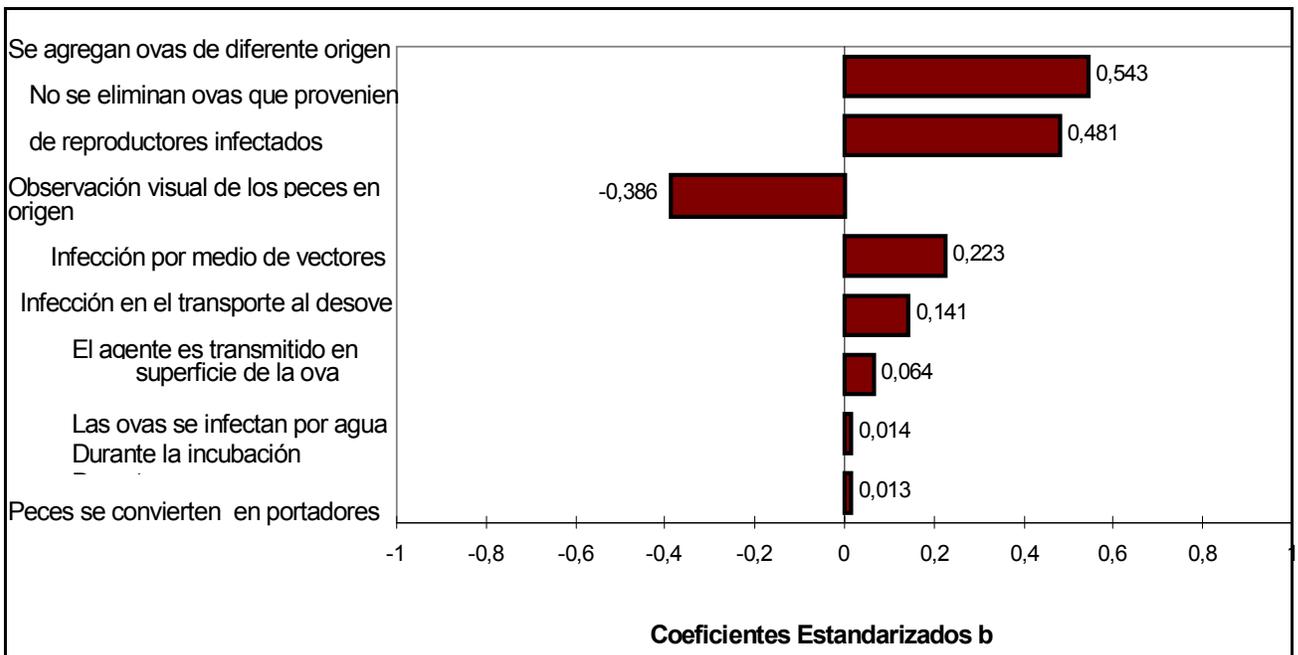
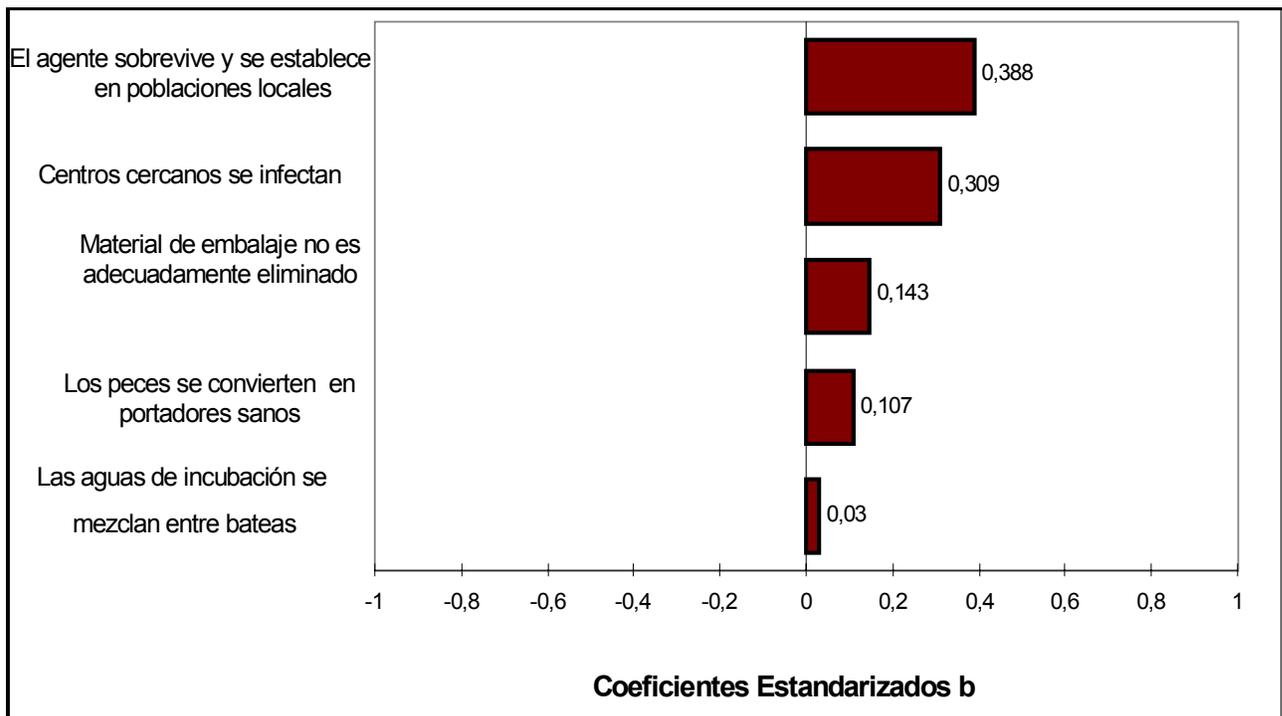


Figura N°8: Análisis de Sensibilidad de la Probabilidad de Exposición ISA-Escocia



Estimación de Consecuencias

La suma de los puntajes obtenidos de los expertos para la evaluación de los factores económicos en el modelo ISA-Escocia fue la siguiente:

Tabla N°37: Factores Economicos y Consecuencias ISA-Escocia

Factores Económicos	Puntaje
Animales	16
Perdidas por morbilidad y producción	15
Perdidas por mercado interno (Incluye perdidas por restricción de movimientos)	14
Perdidas en mercados externos	5
Costos de control y erradicación	15
Vigilancia y tests serologicos	14
Indemnizaciones	14
Costos en salud publica	1
Daños y perdidas medio ambientales	11
Total	105

Nota: La probabilidad y las perdidas se interpretan como la probabilidad de que las consecuencias ocurran y la magnitud de las consecuencias en términos monetarios directos e indirectos

El puntaje total obtenido para el modelo ISA-Escocia se evaluó de acuerdo a la siguiente escala (tabla 38):

Tabla N°38: Escala de Puntaje y de consecuencias ISA-Escocia

Numero de expertos	4	
Categoría	Limite inferior	Limite superior
Despreciable	0	28
Muy Bajas	29	60
Bajas	61	92
Moderadas	93	124
Altas	125	156
Extremas	157	180

Esta escala varía de manera directamente proporcional al número de expertos que sean consultados ya que la sumatoria de los puntajes debe variar también. Finalmente y en este caso las consecuencias son estimadas en *Moderadas*.

Magnitud del Riesgo

Al incorporar los valores y calificaciones de las probabilidades y consecuencias en la matriz de riesgo se obtienen los siguientes resultados (tabla 39).

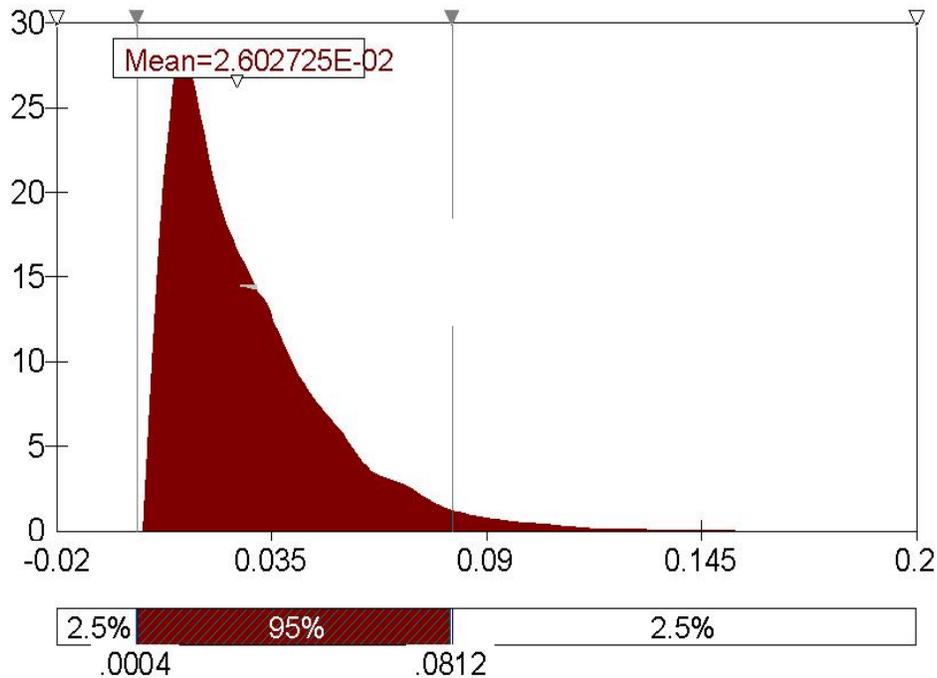
Tabla N°39: Escala de Puntaje y de Consecuencias ISA-Escocia

	Media	Límite Inferior	Límite Superior
Probabilidades de Exposición	MODERADA	BAJA	MODERADA
Probabilidades de Difusión	BAJA	DESPRECIABLE	BAJA
Evaluación Final de las Probabilidades	BAJA	DESPRECIABLE	BAJA
Evaluación de las Consecuencias	MODERADAS		
Evaluación Final de Riesgo	BAJO	DESPRECIABLE	BAJO

Modelo ISA Noruega

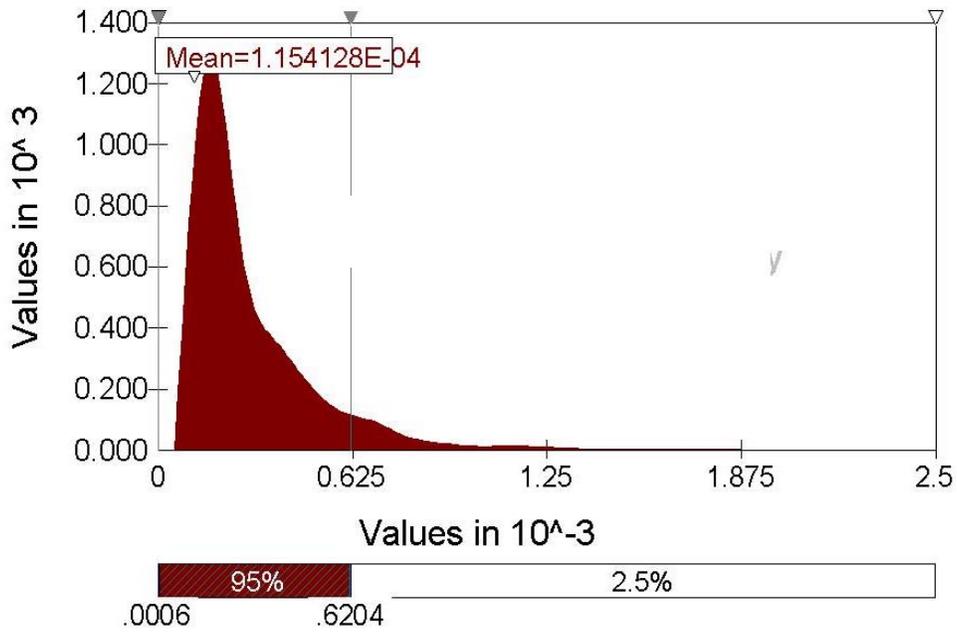
En el caso del modelo ISA Noruega los resultados obtenidos indican que la probabilidad de exposición tiene una media de 0,026 y sus límites de confianza inferior y superior al 90% son 0,0018 y 0,0676 respectivamente (gráfico 19).

Gráfico N°19: Probabilidad de Exposición Modelo ISA-Noruega



Por otra parte la probabilidad de difusión tiene una media de 0,000112 y sus límites de confianza inferior y superior al 90% son $8,88E-7$ y 0,0004717 respectivamente (gráfico 20).

Gráfico N°20: Probabilidad de Difusión Modelo ISA-Noruega



Un resumen de los resultados de probabilidades es posible observarlo en la siguiente tabla.

Tabla N°40: Probabilidades del Modelo ISA-Noruega

	Media	Lim Inf	Lim Sup
P(A)	0,4938965	0,187	0,8287
P(B)	0,2289817	0,1296	0,3575
P(C)	0,230381	0,0236	0,4551
P(D)	0,0041588	0,00056	0,0103
P(E)	0,0271261	0,00035	0,08683
P(A)xP(B)xP(C)	0,0260545	0,001854	0,0676
P(D)xP(E)	0,0001128	8,884E-07	0,0004717

La transformación de las probabilidades a escala cualitativa entregó el siguiente resultado (tabla 41):

Tabla N°41: Probabilidades del Modelo ISA-Noruega (Intervalo de confianza)

Evaluación de las probabilidades	Media	Límite Inferior	Límite Superior
Probabilidades de Exposición	MEDIA	BAJA	MEDIA
Probabilidades de Difusión	MUY BAJA	DESPRECIABLE	MUY BAJA
Evaluación Final de las Probabilidades	EXTREMADAMENTE BAJA	DESPRECIABLE	EXTREMADAMENTE BAJA

Análisis de Sensibilidad

A continuación es posible observar los gráficos que resumen las principales salidas del análisis de sensibilidad, por el método de regresión, tanto para la probabilidad de exposición (figura 9) como para la probabilidad de diseminación (figura 10).

Figura N°9: Análisis de Sensibilidad de la Probabilidad de Exposición ISA-Noruega

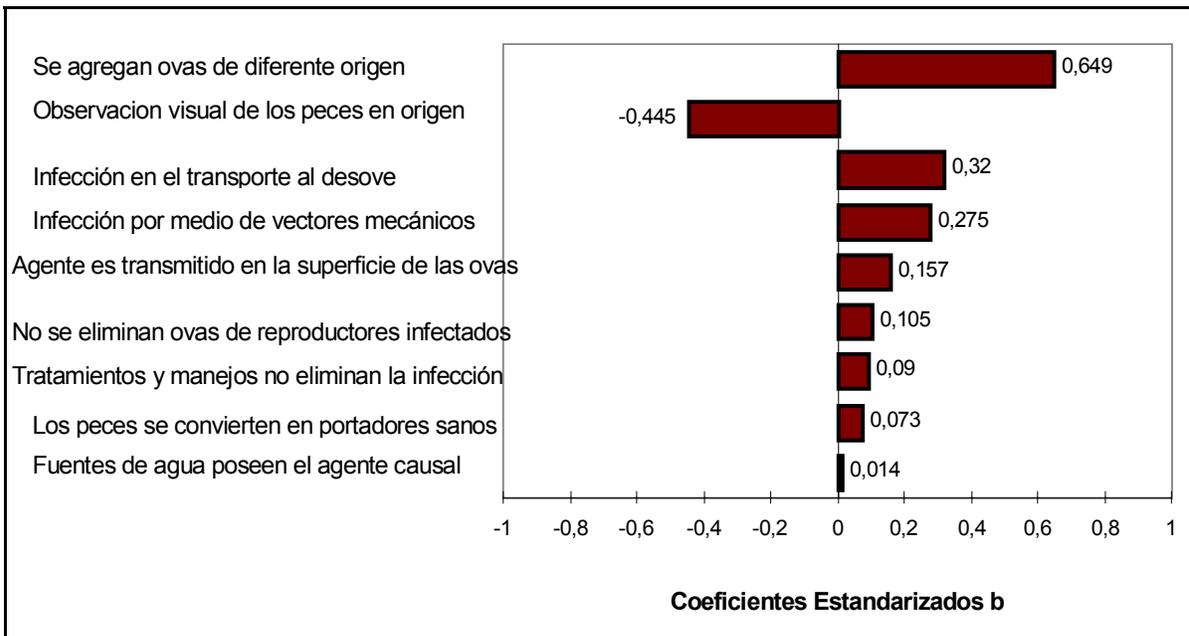
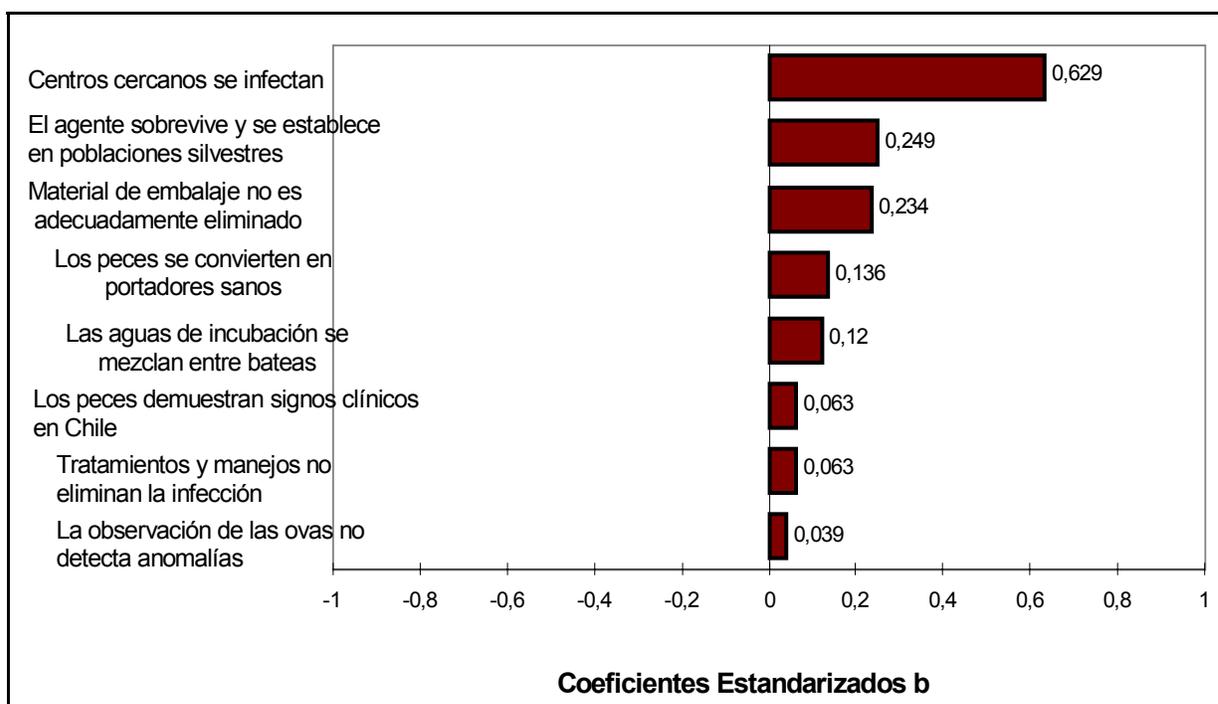


Figura N°10: Análisis de Sensibilidad de la Probabilidad de Difusión ISA-Noruega



Estimación de Consecuencias

La suma de los puntajes para el modelo ISA-Noruega obtenidos de los expertos para la evaluación de los factores económicos fue la siguiente:

Tabla N°42: Factores Economicos y Consecuencias ISA-Noruega

Factores Economicos	Puntaje
Animales	16
Perdidas por morbilidad y producción	15
Perdidas por mercado interno (Incluye perdidas por restricción de movimientos)	14
Perdidas en mercados externos	5
Costos de control y erradicación	15
Vigilancia y tests serologicos	14
Indemnizaciones	14
Costos en salud publica	1
Daños y perdidas medio ambientales	11
Total	105

Nota: La probabilidad y las perdidas se interpretan como la probabilidad de que las consecuencias ocurran y la magnitud de las consecuencias en términos monetarios directos e indirectos

El puntaje total de los factores económicos, se evaluó de acuerdo a la siguiente escala

Tabla N°43: Escala de Puntaje y de consecuencias ISA-Noruega

Numero de expertos	4	
Categoría	Limite inferior	Limite superior
Despreciable	0	28
Muy Bajas	29	60
Bajas	61	92
Moderadas	93	124
Altas	125	156
Extremas	157	180

Esta escala varía de manera directamente proporcional al número de expertos que sean consultados ya que la sumatoria de los puntajes debe variar también.

Finalmente y en para el modelo ISA-Noruega, las consecuencias son estimadas en *Moderadas*.

Magnitud del Riesgo

Al incorporar los valores y calificaciones de las probabilidades y consecuencias en la matriz de riesgo se obtienen los siguientes resultados.

Tabla N°44: Escala de Puntaje y de Consecuencias ISA-Escocia

	Media	Límite Inferior	Límite Superior
Probabilidades de Exposición	MEDIA	BAJA	MEDIA
Probabilidades de Difusión	MUY BAJA	DESPRECIABLE	MUY BAJA
Evaluación Final de las Probabilidades	EXTREMADAMENTE BAJA	DESPRECIABLE	EXTREMADAMENTE BAJA
Evaluación de las Consecuencias	MODERADAS		
Evaluación Final de Riesgo	DESPRECIABLE	DESPRECIABLE	DESPRECIABLE

RIESGO Y AJUSTE POR IMPORTACIÓN REAL DE OVAS

Modelo IPN-Escocia

Producto de los resultados obtenidos y en consideración al supuesto de cálculo de los modelos, que se basan en una partida de un millón de ovas, se consideró necesario calcular las probabilidades de exposición y de difusión que existieron en algunos años dados los volúmenes de importación de ovas reales en los últimos tres años.

Las importaciones de ovas desde Escocia entre los años 1998 y 2000 se encuentran en la tabla 45:

Tabla N°45 : Importaciones de ovas desde Escocia en el período 1998-2000

Año	N°Ovas importadas
1998	10.900.000
1999	10880000
2000	28.520.000
Total	50.300.000

Los cálculos de probabilidades entregan como resultado la probabilidad de que al menos una partida de un millón de ovas tanto haya llegado infectada al país (exposición) como al menos una partida haya provocado la difusión al interior del territorio nacional.

El cálculo se realiza a través de la siguiente fórmula de cálculo (Vose, 2001):

$$P = 1 - (1 - p)^n$$

Dónde:

P: Es la probabilidad de que al menos uno de los eventos observados cumpla con la condición buscada.

p: Es la probabilidad de ocurrencia individual del evento estudiado.

n: Es igual al número de veces que el evento es repetido.

Tabla N°46: Probabilidad de que al menos una partida de un millón de ovas importada desde Escocia entre los años 1998 y 2000 haya llegado infectada al país (Exposición) o que al menos una partida haya provocado la Difusión al interior del territorio nacional de IPN.

Año	Importación	Probabilidad	Media	Limite inferior	Limite Superior
1998	10.900.000	Exposición	0,68695813	0,113579935	0,9608131
		Difusión	0,030083524	0,001535828	0,096829848
1999	10.880.000	Exposición	0,686290313	0,11338382	0,960579485
		Difusión	0,030029162	0,001533012	0,096661056
2000	28.520.000	Exposición	0,952110885	0,270545452	0,999791583
		Difusión	0,076811874	0,004013528	0,233926413

Los resultados indican que ha existido una gran presión de ingreso de virus IPN al país (Exposición) pero que las probabilidades de que dicho virus provoque problemas reales en Chile (Difusión) han sido moderadas. Sin embargo debe considerarse de que la serie temporal analizada es de sólo tres años y se han incluido años en los que los controles de ingreso han sido más rigurosos que el nivel existente al iniciarse la actividad salmonicultora en Chile.

Modelo ISA-Escocia

Producto de los resultados obtenidos y en consideración al supuesto de calculo de los modelos, que se basan en una partida de un millón de ovas, se consideró necesario calcular las probabilidades de exposición y de difusión que existieron en algunos años dados los volúmenes de importación de ovas.

Las importaciones de ovas desde Escocia entre los años 1998 y 2000 se encuentran en la tabla 45. Los cálculos de probabilidades entregan como resultado la probabilidad de que al menos una partida de un millón de ovas tanto haya llegado infectada al país (Exposición) como que al menos una partida haya provocado la Difusión al interior del territorio nacional.

El cálculo se realizo a traves de la siguiente formula de cálculo (Vose, 2001):

$$P = 1 - (1 - p)^n$$

Dónde:

P: Es la probabilidad de que al menos uno de los eventos observados cumpla con la condición buscada.

p: Es la probabilidad de ocurrencia individual del evento estudiado.

n: Es igual al número de veces que el evento es repetido.

A partir de los resultados de la tabla 47, se puede deducir que ha existido presión de ingreso de virus ISA al país (Exposición) con probabilidades del tipo moderadas a altas pero que las probabilidades de que dicho virus provoque un brote en Chile (Difusión) han sido entre bajas y medias.

Tabla N°47: Probabilidad de que al menos una partida de un millón de ovas importada desde Escocia entre los años 1998 y 2000 haya llegado infectada al país (Exposición) o que al menos una partida haya provocado la Difusión al interior del territorio nacional de ISA.

Año	Importación	Probabilidad	Media	Limite inferior	Limite Superior
1998	10.900.000	Exposición	0,300421513	0,017195238	0,717159674
		Difusión	0,004329829	6,12578E-06	0,016658623
1999	10.880.000	Exposición	0,299962751	0,017163959	0,716503517
		Difusión	0,004321902	6,11454E-06	0,016628312
2000	28.520.000	Exposición	0,607343831	0,044368489	0,963275969
		Difusión	0,011289445	1,60281E-05	0,043002647

Modelo ISA-Noruega

Producto de los resultados obtenidos y en consideración al supuesto de calculo de los modelos, que se basan en una partida de un millón de ovas, se consideró necesario calcular las probabilidades de exposición y de difusión que existieron en algunos años dados los volúmenes de importación de ovas. Las importaciones de ovas desde Escocia entre los años 1998 y 2000 se encuentran en la tabla 48:

Tabla N°48: Importaciones de ovas desde Noruega período 1998-2000

Año	Número de ovas
1998	7.000.000
1999	17.837.400
2000	11.209.660
Total	36.047.060

Los cálculos de probabilidades entregan como resultado la probabilidad de que al menos una partida de un millón de ovas tanto haya llegado infectada al país (Exposición) como que al menos una partida haya provocado la Difusión al interior del territorio nacional.

El cálculo se realizó a través de la siguiente fórmula de cálculo (Vose, 2001):

$$P = 1 - (1 - p)^n$$

Dónde:

P: Es la probabilidad de que al menos uno de los eventos observados cumpla con la condición buscada.

p: Es la probabilidad de ocurrencia individual del evento estudiado.

n: Es igual al número de veces que el evento es repetido.

Tabla N°49: Probabilidad de que al menos una partida de un millón de ovas importada desde Noruega entre los años 1998 y 2000 haya llegado infectada al país (Exposición) o que al menos una partida haya provocado la Difusión al interior del territorio nacional de la Anemia Infecciosa del Salmón (ISA).

Año	Importación	Probabilidad	Media	Limite inferior	Limite Superior
1998	7.000.000	Exposición	0,168729369	0,012906039	0,387345181
		Difusión	0,000789415	6,21878E-06	0,003297231
1999	17.837.400	Exposición	0,375564366	0,032559383	0,713065058
		Difusión	0,002010359	1,58466E-05	0,008380572
2000	11.209.660	Exposición	0,256164085	0,02058713	0,543698681
		Difusión	0,001263854	9,95862E-06	0,005274883

Los resultados indican que ha existido presión de ingreso de virus ISA al país (Exposición) con probabilidades del tipo moderadas pero que las probabilidades de que dicho virus provocara un brote de la enfermedad en Chile (Difusión) han sido entre muy bajas y bajas.

DISCUSION

SIGNIFICANCIA DE LA IMPORTACION DE OVAS

El mercado de ovas en Chile tiene dos fuentes oferentes; la de producción nacional y la oferta extranjera. Hace algunos años era indudable la importación de ovas por parte de la industria chilena para lograr extender los periodos de disponibilidad de smolt y mantener de esta manera una producción homogénea durante todo el año de carne de salmón y trucha.

Las empresas chilenas, requieren de las ovas importadas por razones de ciclo productivo y oportunidad de mercado, principalmente de Trucha y Salmón del Atlántico, con una escasa importación de ovas de coho. En este sentido, según Contreras y Mardones (1999) el año 2000 las empresas dedicadas a la producción de ovas aumentarían en un 10%, las empresas que compran ovas en el mercado nacional disminuirán en un 5% y aquellas que importan disminuirán en un 4%. Estos resultados revelaron en dicho año una leve tendencia al autoabastecimiento de ovas en la industria, lo que se refleja por la disminución de las empresas que consideran la compra de ovas o la importación de ovas, como por el aumento de empresas que comenzará a producir sus propias ovas.

Se determinó que la producción total de ovas con ojos en 1999 y 2000 fue de 279.363.000 y 399.425.000 ovas respectivamente, lo que representa un aumento de un 43% en el periodo. Mientras que la capacidad máxima de producción que se pudo alcanzar en 1999, dada la capacidad de incubación y la cantidad máxima de reproductores que se disponía, hubiera sido de 363.958.000 ovas con ojo, lo que significa que la industria tuvo una capacidad para generar un 30% mas de ovas con ojo que la cantidad que produjo en dicho año.

De la producción total de ovas con ojo de 1999, el Salmón del Atlántico representó el 47,6%, coho un 38% y trucha un 14,4 %, mientras que los porcentajes de participación del total producido para el año 2000 fue de un 41,4%, 34,1% y un 24,5% respectivamente. El resultado más destacable es el aumento de la producción de ovas de trucha en el periodo 1999-2000, en donde en 1999 fue de 40.346.000 ovas con ojo, mientras que en el

año 2000 se estimó que se generaron 98.014.000 ovas, lo que representó un alza de un 143% respecto del año 1999.

De acuerdo a la publicación Aquanoticias N°35 (1997), en el año 1996, el abastecimiento de ovas en la industria salmonicultora chilena se dividía en que el 48,2% de las ovas utilizadas por la industria correspondieron a producción nacional, mientras que el 51,8% restante eran aportadas por la importación de ovas. Asimismo, Aquanoticias N°46 (1998), indica que el volumen de producción nacional ha demostrado un aumento, al mismo tiempo que se han logrado niveles de calidad altamente competitivos. Es el caso, por ejemplo del salmón Coho, en el que las ovas chilenas logran rendimientos muy superiores a los de las ovas importadas gracias a la selección genética que ha operado sobre ellas para adaptarlas a las condiciones chilenas. En Trucha y Salmón del Atlántico (salar) también se ha logrado acortar la diferencia de calidad entre ovas importadas y nacionales. Asimismo, se han desarrollado tecnologías que permiten acelerar o retrasar la eclosión de las ovas y la generación de smolts, de manera que es factible suplir la falta de reproductores para una temporada. La dependencia de ovas extranjeras en 1998 era de cerca del 40% de la demanda según lo publicado en Aquanoticias N°46 (1998).

Según los resultados de este estudio la industria nacional ha reaccionado al escenario adverso que esta enfrentando en cuanto a la importación de ovas, ya sea por el riesgo de nuevas enfermedades, como por las diferentes regulaciones que cada vez hacen más difícil la importación de ovas. Según la tabla 13, en 1999 la producción nacional de ovas alcanzó el 71% de las necesidades, respecto del 29% que representaron la importación de ovas, mientras que el 2000 las ovas nacionales representaron el 78% del total de ovas utilizadas en la industria, contra el 22% de las ovas importadas. Esto indica claramente una tendencia de la industria en sostener el crecimiento de la producción de carne de Salmón y Trucha a partir de la producción de ovas nacionales.

En cuanto a la interrogante de que si la producción actual de ovas nacionales puede cubrir las necesidades de la industria frente a un escenario en el cual no se cuente con ovas importadas, los modelos mostraron que actualmente la producción de carne a partir de ovas nacionales se ha extendido a los doce meses del año. En el caso específico de la trucha, durante ocho meses del año predomina la producción de carne a partir de ovas nacionales, pero del total de que potencialmente pueden producir la industria entre

los meses de octubre a enero, un 51% es de origen importado. En el caso del salmón salar, durante 10 meses del año predomina la producción de carne a partir de ovas nacionales (marzo a diciembre), pero de la carne que puede generar la industria entre los meses de enero a abril, todavía un 48% es importado. ***Todo esto permitiría concluir que si bien es cierto no existe una “independencia total” de las ovas importadas para la producción de carne de salmón y trucha, la industria salmonicultora chilena frente a un escenario en el cual no cuente con las ovas importadas como lo fue el ciclo de importación 2000-2001, no vería alterada sus metas de producción.***

A pesar de ello, para algunos destacados investigadores y empresarios, la salmonicultura chilena deberá producir ovas nacionales en cantidad y calidad suficientes como para evitar la importación. La mejor manera de conseguirlo sería modificando la época de desove mediante el manejo artificial de fotoperíodo (horas/luz) en reproductores, el cual busca modificar su ciclo reproductivo induciendo el desove en verano con menos luz generando de esa manera condiciones de invierno, asimilando así el proceso que ocurre con las ovas importadas, siendo utilizado además en adelantar el proceso de smoltificación y acelerar el crecimiento en el período de engorda.

Finalmente el impacto de un cierre de importaciones ha disminuido considerablemente desde el año 1999, debido a la disminución de la importación de ovas y al bajo precio internacional de la carne de salmón.

Manipular el ciclo de producción es una forma de restringir el uso de ovas importadas, bajar los costos y disminuir el riesgo de contagio. Gracias a esta técnica y a la utilización de reproductores de desove tardío, se podrían producir ovas ojo durante todo el año en el mediano plazo.

Frente a los riesgos del punto de vista de la selección genética de ovas, la industria chilena aún no cuenta con programas serios y a gran escala de selección y mejoramiento genético (Aquanoticias, 2002) y corre riesgos de reducir la calidad productiva, por lo tanto, aunque la tendencia a sustituir las importaciones de ovas en el período 199-2001, se debe considerar la mantención de las importaciones para el mejoramiento genético de los stocks de reproductores nacionales.

EVALUACION DE RIESGOS

Metodología Delphi

En este trabajo la orientación del método fue llevar a los paneles de expertos a conseguir un consenso sobre la importancia de procesos y eventos involucrados con la importación de ovas de salmónidos.

El método Delphi ayudo a identificar y sistematizar los procesos de importación de ovas de salmónidos desde los reproductores en centros de producción en país de origen hasta la eclosión de ovas en el país de destino (Chile). El llegar a consenso sobre ciertos parámetros relacionados con la dinámica de las enfermedades, lo cual fue un importante input de los modelos utilizados en evaluación semicuantitativa

Adicionalmente, a partir de los resultados del método Delphi fue posible identificar medidas de mitigación que puedan minimizar las probabilidades de difusión y exposición frente a agentes patógenos como ISA e IPN.

El uso de esta metodología en el campo de la evaluación de riesgos es muy amplio aún y no se han llevado a cabo demasiadas experiencias.

Como proyección del uso de esta metodología, se pueden visualizar las siguientes áreas dentro del análisis de riesgos:

1. *Identificación de peligros*
2. *Identificación de procesos y flujos*
3. *Definición de parámetros por consenso que sean incluidos en modelos de riesgos, ejemplo, nivel de prevalencia de un patógeno en una zona o centro de producción.*
4. *Medición de riesgos: Estimaciones de consenso para probabilidades de difusión, establecimiento y consecuencias de una enfermedad*
5. *Consenso sobre las medidas de mitigación para reducir el riesgo de enfermedades*

Metodología AHP: Evaluación de riesgos

La estructura jerárquica presentada en la evaluación cualitativa de riesgo incorporó aquellos criterios básicos planteados por la OIE. Esto permitió realizar una evaluación considerando las probabilidades y consecuencias de una enfermedad en sus aspectos de difusión, establecimiento y del impacto que se le atribuye.

Los criterios considerados pueden ser objetivos (cuantificables) o subjetivos (no cuantificables o intangibles), esto cobra importancia en la evaluación de las consecuencias de una enfermedad, por ejemplo, en los impactos ambientales o en salud pública.

Dependiendo entre otras cosas del producto a importar, de los peligros identificados y de la situación sanitaria del país en ese momento, otros criterios pueden ser agregados a la estructura planteada como por ejemplo, evaluación de los servicios veterinarios y su competencia para controlar y/o erradicar enfermedades en peces. Además los criterios podrían profundizarse incluyendo factores más específicos como con relación al medio ambiente, considerando impactos sobre la fauna silvestre, sobre otras especies, el equilibrio del ecosistema y sobre la biodiversidad, la contaminación de cursos de aguas e impacto en la salud pública entre otros.

Frente a estos aspectos, la ponderación asignadas por cada uno de los expertos puede hacer cambiar los resultados de la ponderación final en la estructura definitiva, es decir, en esta evaluación en particular el factor de impacto es más preponderante que el factor probabilidad. Esto es una función de riesgo más sensible a enfermedades de mayor impacto, la cual puede ir cambiando por los siguientes factores: conformación del panel de expertos, situación sanitaria nacional y restricciones del comercio internacional.

Con relación a los resultados se observa una clara diferencia entre las enfermedades endémicas y enfermedades exóticas para el país. Por una parte, IPN, BKD, SRS se agrupan como enfermedades endémicas en los países seleccionados así como en Chile. Esto explica que los expertos le dieran un mayor peso a estas enfermedades en los criterios de probabilidad y un menor peso en los criterios de impacto con respecto a las enfermedades exóticas (VHS, ISA).

Por otra parte dentro de las enfermedades de mayor impacto, se dio una mayor importancia a VHS por sobre ISA debido fundamentalmente a que ISA a pesar de ser exótica como enfermedad para el país, se realizó un aislamiento de la especie Salmón Coho, existen experiencias exitosas de control de esta enfermedad tanto en Noruega como en Escocia. Una vez que VHS se introduce las consecuencias generalmente son catastróficas debido a la alta mortalidad y severidad de los cuadros en las especies salmonídeas.

El Decreto N° 319 del Ministerio de Economía, que establece el Reglamento Sobre Las Medidas de Protección, Control y Erradicación de las Enfermedades de Alto Riesgo para las especies hidrobiológicas” en su Artículo 2° y número 9) define las enfermedades de alto riesgo a toda enfermedad que origina una grave limitante en las funciones normales, asociada a altas mortalidades y de carácter transmisible a organismos de la misma u otras especies. En rigor, la definición corresponde a una serie de criterios asociados con las consecuencias y no con el riesgo el cual debe considerar adicionalmente las probabilidades de difusión y establecimiento. En el número 22) del mismo artículo, se define el riesgo como la probabilidad de ocurrencia de un evento indeseable en materia de sanidad para las especies hidrobiológicas. En esta definición, por cierto no se menciona el tema de las consecuencias o impactos de dichos eventos en la producción.

A su vez, el Decreto establece una serie de criterios para clasificar estas enfermedades de alto riesgo en una Lista 1 o Lista 2:

Criterios	Lista 1	Lista 2
Virulencia del agente		
Prevalencia	No detectada o Detectada	Detectada
Diseminación	Distribución restringida o limitada.	Distribución amplia en el territorio.
Impactos económicos		
Lista OIE	De Declaración Obligatoria	De Importancia

Frente a una sospecha y confirmación de un brote causado por alguna enfermedad de la Lista 1, el Servicio sanitario oficial esta facultado para tomar una serie de medidas tan importantes como la restricción de movimiento de ejemplares vivos o huevos dentro de la zona de vigilancia hasta la destrucción de todas las especies hidrobiológicas cultivadas en los centros infectados.

Interpretando las definiciones entregadas por el Reglamento, existe un juicio de valor sobre lo relacionado con las probabilidades y las consecuencias de una enfermedad. El juicio de valor o función de percepción de riesgo oficial, en un marco de bioseguridad interna de país, indica que una u otra enfermedad que sea clasificada en las listas 1 y 2 presentan un riesgo alto, lo cual no es objetivamente demostrable.

LISTA 1	LISTA 2
Necrosis hematopoyético Epizoótica	Necrosis Pancreática Infecciosa
Necrosis hematopoyético Infecciosa	Síndrome Rickettsial del Salmón
Virosis del <i>Onchorhynchus masou</i>	Renibacteriosis
Septicemia Viral Hemorrágica	Estreptococosis
Viremia Primaveral de la Carpa	Anemia Infecciosa del Salmón
Encefalopatía y Retinopatía Virales	Furunculosis atípica (<i>Aeromonas salmonida atípica</i>)
Furunculosis (<i>Aeromonas salmonicida salmonicida</i>)	

Según lo anterior, todas las entidades país-enfermedad consideradas en la metodología cualitativa de riesgo (con el AHP) son percibidas como de riesgo alto.

Siendo ésta la primera ocasión que la metodología AHP se utiliza en una evaluación de riesgo sanitario, además de las ventajas propias de la metodología, su aplicación presenta una serie de beneficios, dentro de los cuales se pueden mencionar:

a) Además de utilizar la información científica disponible, con el AHP se rescata el conocimiento y experiencia de expertos respecto a las probabilidades y consecuencias de la difusión y establecimiento de las enfermedades.

b) La autoridad sanitaria puede explicitar los pesos relativos o ponderaciones de los criterios utilizados dentro de una evaluación de riesgo, considerando los intereses públicos y privados.

c) Entrega una función de estimación de riesgo. El conjunto de peligros o enfermedades asociados a una mercancía, es ordenado jerárquicamente según los pesos o riesgo relativo. Esto permite clasificar enfermedades en grupos, por ejemplo de mayor o menor riesgo relativo.

d) También permite focalizar un análisis de riesgo cuantitativo que involucra mayores exigencias y complejidades hacia las enfermedades de mayor riesgo. El AHP, se sugiere que pueda ser utilizado como método de rutina en el proceso de clasificación de las enfermedades según las listas 1 y 2 del Reglamento Sobre las Medidas de Protección, Control y Erradicación de las Enfermedades de Alto Riesgo.

e) Con relación al concepto de apreciación de riesgo (OIE, 2002), la autoridad sanitaria puede establecer una enfermedad asociada a la mercancía (por ejemplo IPN en el caso de las ovas) como el parámetro de riesgo aceptable. Este modelo de enfermedad puede estar bien documentado y evaluado cuantitativamente, tanto sus probabilidades de exposición como de las consecuencias. El parámetro puede ser incluido entre las alternativas a comparar, y al obtener la priorización se puede concluir que las alternativas con mayor peso relativo con el parámetro están por sobre el nivel de riesgo aceptable.

Modelo de riesgo semi-cuantitativo

Los modelos probabilísticos fueron calculados tomando como referencia una partida de importación de ovas de un tamaño promedio de un millón de ovas. Por lo tanto los análisis tanto de las probabilidades como de las consecuencias deben quedar sujetos a dicho supuesto.

Se dividió el árbol de eventos en cinco grandes etapas las que ya fueron descritas, las que a su vez y como ya fue mencionado, las primeras tres etapas fueron agrupadas en lo que se denominó para efectos del análisis semicuantitativo probabilidad de

Exposición. Por otra parte las dos últimas etapas son parte de lo que se ha denominado probabilidad de Difusión.

Modelo IPN Escocia.

Las distribuciones de probabilidades obtenidas para la probabilidad de exposición y de difusión corresponden a distribuciones unimodales con sesgo a la izquierda. De esto es posible desprender una acumulación de eventos en el rango de las probabilidades más bajas.

Se puede observar que las probabilidades de las cinco etapas originales tienen una tendencia a la baja desde la probabilidad A hasta la probabilidad D. Esta situación demuestra que el modelo recoge de alguna manera el efecto de las medidas de mitigación de riesgo que existen en cada una de las etapas.

Por último la probabilidad de la etapa E sufre una pequeña alza con respecto a la probabilidad de la etapa D. Esto puede deberse a que los sistemas montados por la autoridad sanitaria competente se orientan a la prevención de ingreso y una vez que se declarara una situación sanitaria adversa es necesario que se monte un sistema de emergencia, situación que no es contemplada en detalle en el modelo, por no existir ningún documento de este tipo sobre el cuál basarse.

Al cualificar las probabilidades estas se movieron entre los rangos de *media a moderada* para las *probabilidades de exposición*, sin embargo, para la *probabilidad de difusión* el rango estuvo entre *extremadamente baja y baja*. Por último la calificación final de las probabilidades varió desde el rango de despreciable al rango de bajas.

Al estimar las *consecuencias* estas fueron estimadas finalmente como *bajas*, lo que se enmarca en la lógica de que la enfermedad ya se encuentra presente en Chile, dado esto es claro que una reintroducción de la enfermedad no provoque una alteración mayor a la que ya existe por la circulación del virus en el medio nacional.

Dentro de los factores evaluados el que obtuvo el mayor puntaje fue el de costos de erradicación y control. Esto es coherente con los anteriores episodios de IPN en los centros de cultivo en el país.

Finalmente la *estimación del riesgo* entregó como resultado un nivel que está entre *Despreciable y Bajo*.

Modelo ISA Escocia.

La distribución de probabilidades obtenida para la probabilidad de exposición correspondió a una distribución unimodal con sesgo a la izquierda, en el caso de la probabilidad de difusión corresponden en términos generales a una distribución similar pero se presenta menos homogénea por tener algunas alzas de probabilidad en valores a la derecha de la media. Es posible desprender que en ambos casos se puede observar una acumulación de eventos en el rango de las probabilidades más bajas.

Se puede observar que las probabilidades de las cinco etapas originales tienen una tendencia a la baja desde la probabilidad A hasta la probabilidad D. Esta situación demuestra que el modelo recoge de alguna manera el efecto de las medidas de mitigación de riesgo que existen en cada una de las etapas.

Por último la probabilidad de la etapa E sufre una pequeña alza con respecto a la probabilidad de la etapa D. Esto puede deberse a que los sistemas montados por la autoridad sanitaria competente se orientan a la prevención de ingreso y una vez que se declarara una situación sanitaria adversa es necesario que se monte un sistema de emergencia, situación que no es contemplada en detalle en el modelo, por no existir ningún documento de este tipo sobre el cuál basarse.

Al cualificar las *probabilidades* estas se movieron entre *los rangos de baja a moderada* en el caso de las *probabilidades de exposición*. Para la probabilidad de *difusión* el rango estuvo entre *despreciable y baja*. Por último la calificación final de las probabilidades varió desde el rango de despreciable al rango de bajas.

Al estimar las consecuencias estas fueron estimadas finalmente como moderadas, lo que se explica en que la enfermedad no se encontraría presente en Chile, dado esto es claro que una introducción de la enfermedad provocara una alteración mayor a la que ya existe por la circulación de algún virus prevalente en el medio nacional.

Dentro de los factores evaluados el que obtuvo el mayor puntaje fue el pérdidas de animales seguido por el de costos de erradicación y control en conformidad a lo observado en los episodios de ISA en los centros de cultivo en los países que han presentado la enfermedad.

Finalmente la estimación del riesgo entregó como resultado un nivel que está entre Despreciable y Bajo.

Modelo ISA Noruega.

Las distribuciones de probabilidades obtenidas para las probabilidades de Exposición y Difusión en el modelo ISA-Noruega, correspondieron a distribuciones unimodales con sesgo a la izquierda. Así es posible desprender que en ambos casos se pueden observar una acumulación de eventos en el rango de las probabilidades más bajas de las distribuciones.

Se puede observar que las probabilidades de las cinco etapas originales tienen una tendencia a la baja desde la probabilidad A hasta la probabilidad D. La probabilidad C presenta una pequeña diferencia en que es superior a la probabilidad B, pero esta diferencia no es significativa estadísticamente ($p < 0,05$).

Esta situación demuestra que el modelo probabilístico es capaz de recoger el efecto de las medidas de mitigación de riesgo que existen en cada una de las etapas desde la A hasta la D. Por último la probabilidad de la etapa E sufre una pequeña alza con respecto a la probabilidad de la etapa D. Esto puede ser atribuido a que las medidas implementadas por la autoridad sanitaria competente se orientan a la prevención de ingreso y una vez que eventualmente se declarara una situación sanitaria adversa es

necesario que se monte un sistema de emergencia, situación que no es contemplada en detalle en el modelo, por no existir ningún documento de este tipo sobre el cuál basarse.

Al observar la cualificación de las probabilidades estas se movieron entre los rangos de *baja a media* en el caso de las *probabilidades de exposición*. Por otra parte en el caso de la *probabilidad de difusión* el rango se ubico entre *despreciable y muy baja*. Por último la calificación final de las probabilidades tuvo una variación desde el rango de despreciable al rango de extremadamente bajas.

Al estimar las *consecuencias* estas fueron estimadas finalmente como *moderadas*, lo que se explica en que la enfermedad no se encontraría presente en Chile, dado esto es claro que una introducción de la enfermedad provocara una alteración mayor a la que ya existe por la circulación de algún virus prevalente en el medio nacional.

Dentro de los factores evaluados el que obtuvo el mayor puntaje fue el pérdidas de animales seguido por el de costos de erradicación y control en conformidad a lo observado en los episodios de ISA en los centros de cultivo en los países que han presentado la enfermedad.

Finalmente la *estimación del riesgo* entregó como resultado un nivel *Despreciable*.

En los tres modelos analizados, es posible señalar que los valores numéricos de probabilidades comparando los tres modelos son diferentes y en sus diferentes etapas son variables, sin embargo, al observar las transformaciones a escala cualitativa se puede observar que ellas no varían mayormente entre sí. Esta situación se debería al tipo de escala utilizada, la cual para este caso y en la gran mayoría de transformaciones utilizadas en análisis de riesgos, es arbitraria en el entendido que dicha arbitrariedad no contempla aleatoriedad.

De esta manera, tanto en las escalas de transformación de probabilidades como en las matrices de probabilidades y de riesgo se encuentra incorporado el concepto de la percepción del riesgo o como las personas reaccionan al riesgo y su capacidad de tolerar el riesgo a un nivel aceptable.

En general, los centros que toman decisiones pueden calificarse en tres categorías: con afinidad al riesgo, indiferentes al riesgo o con aversión al riesgo. Por tanto escalas propuestas por centros con afinidad al riesgo tenderán a mostrar que la mayoría de los eventos poseen riesgos bajos, por el contrario, personas con aversión al riesgo siempre sobredimensionaran los riesgos a un nivel alto.

Dado lo anteriormente expuesto es posible entonces que a una misma probabilidad y a una misma evaluación de consecuencias el riesgo sea percibido y por tanto calificado de diferente modo por dos centros decisores diferentes. Ejemplo de esto es la disputa que sostuvieron Australia y Canadá, ante la O.M.C., por la importación de carne de salmón desde este último país hacia el primero. En esta situación se puede observar que Australia utilizó criterios que tendían más bien a la aversión al riesgo. Por otra parte y ante la misma situación Canadá evaluó el riesgo entregándose resultados completamente opuestos por haber sido utilizados criterios que estaban cercanos a la afinidad al riesgo y la indiferencia a este.

Esta situación permite definir la necesidad de que Chile defina sus propios criterios ante situaciones de riesgo, para lo cual se deben construir escalas propias que representen el nivel de percepción de riesgo en el país. Esto se justifica en el entendido de que en materias de acuicultura Chile ocupa un lugar de privilegio en el entorno internacional, y se deben tener criterios propios que satisfagan tanto las necesidades y deseos del sector privado como público y que permitan el cumplimiento de las misiones específicas de la autoridad sanitaria competente.

De lograrse este objetivo, la postura Chilena adquiriría una mayor fortaleza en relación con posibles conflictos comerciales con los países tanto que compran productos chilenos como que venden sus productos a nuestro país.

Finalmente, frente al desarrollo de la metodología semi-cuantitativa se puede decir que el método semicuantitativo posee ciertas virtudes que los caracterizan:

- Sus resultados son fácilmente comunicables, ya que al presentar como producto final una estimación cualitativa de riesgo es de fácil comprensión. De ahí también la

importancia de definir una escala propia ya que debe quedar en claro que se entiende por ejemplo, por una categoría de alto riesgo en Chile.

- Es un método relativamente sencillo de aplicar.
- Es posible que ante la falta de información concreta necesaria para el cálculo de las probabilidades se consuma tiempo en una etapa adicional que permita generar la información.

En efecto es posible que se produzca una aproximación cualitativa a cada uno de los eventos, luego los datos sean transformados a una escala cuantitativa, se calcule el modelo probabilístico y sus resultados sean nuevamente transformados a escala cualitativa.

El método semi-cuantitativo se presenta como una interesante alternativa para subsanar algunos impedimentos que ocurren al efectuar análisis de riesgo cualitativos. Los análisis de riesgo cualitativos en general son incapaces de determinar las probabilidades en cualquier punto del árbol de eventos, esto se puede enmendar si se utiliza la metodología ya descrita permitiendo obtener una mejor utilización de la información recogida.

MITIGACION DE RIESGOS DE ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS EN LA INDUSTRIA SALMONICULTORA

MEDIDAS DE MITIGACION IDENTIFICADAS EN EL PANEL DELPHI

El panel Delphi llega a un consenso en gran parte de las preguntas que fueron realizadas con relación a las medidas de mitigación que deben ser tomadas en el corto, mediano y largo plazo para reducir los niveles de riesgo que implica la importación de ovas de salmónidos.

En cuanto al nivel de vigilancia de enfermedades en salmónidos en el país de origen o país exportador, los expertos aseguran que la vigilancia es de responsabilidad exclusiva del estado. Con respecto al nivel de vigilancia del país exportador es de responsabilidad del sector público tanto para ISA como IPN. Llama la atención en este punto que a la vigilancia del sector privado se le atribuye una muy baja importancia.

Con respecto a la distancia entre centros productivos, los expertos señalan que una distancia de 4 a 5 kilometros debe ser considerada como mínima para evitar la diseminación de patógenos por la vía acuática.

El screening de reproductores para la detección precoz de enfermedades en el país de origen fue calificado como muy importante por los expertos para la enfermedad IPN, sin embargo, para ISA esta importancia disminuyo. IPN es una enfermedad de comprobada transmisión vertical, que se localiza intraova y por lo tanto, se presentan enormes dificultades para eliminar este patógeno vía desinfección de las ovas. Por otra parte para la enfermedad de ISA, cuya transmisión es horizontal, la desinfección es eficaz.

El nivel aceptable de enfermedad en los reproductores que dan origen a las ovas importadas, se recomienda que los reproductores de origen deben ser certificados por la autoridad sanitaria competente como libres de ISA e IPN y que se cumple con los tamaños de muestras necesarios para llegar a tales conclusiones.

Las normas internacionales bajo el código internacional de animales acuáticos de la OIE, abarcan una serie de aspectos. Los expertos consultados jerarquizaron los factores de transporte de especies acuáticas. En orden de mayor a menor importancia respecto a la probabilidad de difusión de patógenos fueron: la forma de transporte (cosecha viva, contenedores), el tipo y duración del transporte y finalmente la época de transporte.

Una vez que las ovas son importadas, existen medidas de mitigación las cuales pueden ser aplicadas en los centros de agua dulce y centros de agua de mar. Con respecto a los manejos realizados en centros de cultivo de agua dulce, el desove y la desinfección son los principales mecanismos para reducir la probabilidad de diseminación de los agentes patógenos una vez ingresadas las ovas en el país importador.

La bioseguridad en centros de agua dulce es importante para reducir la diseminación de patógenos en forma horizontal y en forma especial se debe hacer énfasis en los utensilios que se utilizan en el proceso de incubación de ovas y manejo de alevines en pisciculturas. Una adecuada desinfección y mantención de equipos y utensilios. La misma medidas de bioseguridad también deben aplicarse a las visitas a los centros de producción. Este aspecto es particularmente importante para una enfermedad como ISA cuya transmisión horizontal es su principal mecanismo.

El origen y calidad del agua utilizada en pisciculturas junto con la distancia entre centros de agua de mar y la convivencia de especies salmonídeas con especies nativas son de alta importancia para la diseminación y establecimiento de enfermedades.

Frente sobre el tratamiento de aguas utilizadas en las pisciculturas, la distancia entre centros y sobre la presencia de fauna silvestre, fue posible obtener consenso en los puntajes de mayor importancia en todos estos aspectos como potenciales diseminadores de enfermedades.

En centros de agua de mar, el desangre de peces en la cosecha tradicional, la cosecha de peces muertos y la cosecha de peces vivos mediante wellboats son factores que inciden en la diseminación de patógenos. También la distancia entre centros de agua

de mar, la biomasa productiva, aguas habitadas por salmonídeos silvestres podría jugar un rol en la presencia y diseminación de patógenos.

Con respecto al tema del manejo de la mortalidad en centros podría ser considerado un factor de diseminación de enfermedades especialmente en el medio acuático. En este punto una adecuada y frecuente extracción de la mortalidad junto con el depósito y disposición final desde los centros, es fundamental para reducir la probabilidad de diseminación de los agentes patógenos.

Se debe considerar la posibilidad de mitigar la diseminación de enfermedades en el proceso nacional de producción de ovas a través de la evaluación de la condición sanitaria de los centros reproductores; el transporte de ovas, alevines y smolts a los centros de agua de mar; las características del proceso de screening de reproductores junto con las pruebas diagnósticas aplicadas.

La evaluación de la condición sanitaria debe ser realizada a través de la certificación de los centros productivos. A juicio de las personas consultadas en el panel Delphi, ésta debe ser obligatoria y realizada en forma conjunta entre el sector público y privado. La responsabilidad de la certificación es siempre una decisión pública pero algunos aspectos de la ejecución de la certificación pueden ser transferidos a la acción de privados, por ejemplo, laboratorios diagnósticos, vigilancia de enfermedades y capacitación de profesionales.

MEDIDAS DE MITIGACION: MODELO SEMICUANTITATIVO

Se realizaron los análisis de sensibilidad para los cálculos de probabilidades tanto de Exposición como de Difusión de las enfermedades.

Reducción de la probabilidad de Exposición

Del análisis de sensibilidad de los tres modelos probabilísticos es posible desprender que en general se repiten los siguientes factores como elementos de mayor riesgo:

- ***Triangulación de las ovas***
- ***No se eliminan ovas provenientes de reproductores infectados***
- ***Infección por medio de vectores mecánicos***

Con respecto al análisis de la triangulación de ovas, éste permite mencionar que se deben mejorar los sistemas de certificación exigidos a la autoridad sanitaria del país de origen. Es de mayor importancia el evitar la triangulación de ovas, es decir, la venta de las ovas por parte de un primer agente que las ha comprado a terceros cuyo origen puede ser de difícil rastreo. Es en este sentido que se debe tender a solicitar sistemas de trazabilidad adecuados a los países con los cuales se realiza intercambio comercial.

El segundo y el tercer elemento corresponden más bien a malas prácticas de producción en los centros de cultivo. Es así como se debe tender a que las visitas de habilitación tiendan a ser rigurosas en el sentido de no dejar de auditar ninguno de los puntos importantes que han sido identificados. Estas visitas de habilitación deben ser monitoreados en el tiempo particularmente considerando los cambios en la situación epidemiológica de las enfermedades en los centros de origen de ovas.

El eliminar ovas que provienen de reproductores infectados es un elemento crucial ya que aunque existan pruebas diagnósticas de buena calidad, si no se eliminan las ovas provenientes de los reproductores infectados se pierden los efectos de mitigación de esta medida.

Por otra parte desde el punto de vista de las medidas de disminución de riesgo se observa un elemento en común en los tres modelos analizados:

- Observación visual de los peces

Una medida tan sencilla como la adecuada observación visual de los peces permite reducir en forma significativa el riesgo de ingreso de las enfermedades al país. Es en este sentido que nuevamente se debe recalcar que las visitas de certificación a centros son esenciales como medidas iniciales de mitigación de riesgo.

Reducción de la probabilidad de Difusión

De los resultados de los análisis de sensibilidad de las probabilidades de Difusión se logran reconocer en los tres modelos tres elementos que son permanentes.

- ***El agente se establece en poblaciones de salmónidos silvestres***
- ***Centros cercanos se infectan***
- ***Material de embalaje mal desinfectado***

Los dos primeros elementos se relacionan con la acción directa de la autoridad sanitaria competente en Chile (Sernapesca), la cual debe concentrar sus esfuerzos en una detección precoz y una acción rápida y efectiva en caso de producirse una situación sanitaria adversa.

Un sistema adecuado y efectivo de Vigilancia Epidemiológica permitiría disminuir de manera efectiva la probabilidad de que se produjesen brotes diseminados de enfermedad en el país.

Con respecto al material de embalaje mal desinfectado, éste puede ser controlado con una capacitación del personal de los centros además de una efectiva fiscalización por parte de la autoridad sanitaria.

Del análisis de ambos conjuntos de sensibilidades (Exposición y Difusión), puede desprenderse que la acción de la autoridad sanitaria debe enfocarse con mayor prioridad en los siguientes elementos:

- **Adecuada certificación y autorización de centros para exportar a Chile.**
- **Adecuado montaje de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica que permita una detección precoz y una acción rápida y efectiva.**
- **Adecuada capacitación a los cuadros profesionales y técnicos del país.**

RECOMENDACIONES PARA LA INDUSTRIA SALMONICULTORA

Es importante considerar que las enfermedades ingresen, el concepto de riesgo cero no existe. Existe la probabilidad que los agentes patógenos ingresen al país y no sean detectados en los distintos niveles del proceso de importación y de producción de ovas.

Chile con certeza, de tiempo en tiempo se vera enfrentado a episodios de enfermedades exóticas en especies salmonídeas. El nivel de reducción del impacto de estos episodios marcara el grado de desarrollo y preparación de la industria salmonicultora en el ámbito de la prevención y contención de estas emergencias. Bajo esta premisa es posible manejar el riesgo de diseminación o establecimiento controlando las cargas y transmisión de agentes patógenos evitando su difusión, diseminación y el establecimiento de brotes.

Los componentes básicos de un sistema de manejo de riesgos de enfermedades de alto impacto en especies salmonídeas debe concentrarse en una estrategia de mitigación de riesgos. Los componentes que debería incluir la estrategia se describen a continuación:

Sistema de Alerta temprana

En este aspecto es esencial que los productores de salmones en sus diferentes fases: reproductores, pisciculturas, sistemas integrados, etc. puedan cooperar en el reporte oportuno frente a la sospecha de enfermedades de alta importancia económica (ISA, VHS, IHN y EHN) o bien enfermedades endémicas de alta importancia económica como IPN; SRS o BKD).

En este ámbito del reporte oportuno, un aspecto crítico es la ausencia de compensación en el caso de destrucción de peces y poblaciones en riesgo frente a un brote de una enfermedad de la Lista 1. Considerando la actual reglamentación sanitaria vigente, que no considera mecanismos de compensación, los productores voluntariamente en el evento de una enfermedad de la Lista 1. Esta respuesta estará determinada por el nivel de impacto de la enfermedad y por el estado de desarrollo de la biomasa.

Se debe investigar la sospecha, establecer un historial del evento, establecer si existen otros centros vecinos en riesgo, si es necesario determinar zonas de control y vigilancia para contener la diseminación del agente.

Medidas de prevención de la introducción de patógenos

Chile hoy presenta un sistema de prevención de introducción de patógenos en la salmonicultura que depende básicamente del reconocimiento de la autoridad sanitaria competente.

Existe un listado de países y centros de reproducción, los cuales son autorizados para la exportación de ovas hacia Chile. Productores que deseen importar de estos centros no deben realizar cuarentena en las unidades de aislamiento de ovas. Estos se encuentran autorizados para importar directamente desde estos centros reconocidos sin medida adicional excepto las desinfecciones establecidas en las normas de exportación del país de origen y de una desinfección en el centro de destino en Chile. Las

condiciones, frecuencia y monitoreo de la habilitación de centros, la desinfección de las ovas y la evaluación de su efectividad pasan a ser aspectos cruciales en este proceso.

Este mecanismo de habilitación debe considerar los cambios en el tiempo de las condiciones epidemiológicas de una enfermedad. Una partida de ovas infectadas e ingresadas por este mecanismo sin detección podría producirse rápidamente debido a que no se exige el tiempo de cuarentena, el diagnóstico precoz y el tratamiento de efluentes.

Con respecto a las unidades de aislamiento, a las cuales se destinarán ovas importadas desde países y centros no reconocidos, éstas deben poseer un sistema de diagnóstico precoz y un sistema de tratamiento de efluentes para evitar cualquier propagación de un agente patógeno presente en las ovas importadas y que puedan diseminarse a cursos naturales de aguas o centros reproductores de destino. Aunque la probabilidad de introducción de patógenos por este mecanismo es mayor, la probabilidad de diseminación y establecimiento se reducen considerablemente debido a la cuarentena exigida, el diagnóstico precoz y el tratamiento de efluentes.

Vigilancia Epidemiológica

La capacidad de la vigilancia pasiva para detectar una patología en el país es el mecanismo más eficiente para evitar la introducción de un agente patógeno a través de la importación de ovas de salmónidos. Una vez que el o los patógenos se introducen en el país y se produce la difusión y establecimiento de la enfermedad, la vigilancia epidemiológica activa es fundamental para contener el brote o la diseminación de la enfermedad y potencialmente identificar las fuentes de infección en lo posible el caso índice.

En el aspecto del financiamiento de las actividades de emergencia y en cuanto al control y prevención de enfermedades exóticas, se debe diferenciar quien es el beneficiario de la acción de control y prevención y por otra parte quién financia estas actividades.

Respuesta oportuna y efectiva: Planes de Contingencia

Las medidas de contención de un brote de una enfermedad de la Lista A se encuentran definidas en un nuevo reglamento sanitario para las especies acuícolas. Éste involucra todas las ***“MEDIDAS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y ERRADICACIÓN DE ENFERMEDADES DE ALTO RIESGO PARA LAS ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS. DEROGA D.S. N° 162, DE 1985, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN”***.

En este cuerpo legal se establece que en los casos en que, dentro del territorio nacional, aparecieran brotes de enfermedades de etiología desconocida que representen un impacto importante desde el punto de vista económico y de salud animal, el titular del centro de cultivo o quien éste designe deberá notificar obligatoriamente, dentro de las 48 horas siguientes, al Servicio, el que dispondrá, si corresponde, la realización de una investigación oficial, de acuerdo con el procedimiento previsto en el programa sanitario general.

Esta legislación debe entrar en vigencia junto a planes específicos de contingencia con relación a los procedimientos concretos de como se realizaran las actividades para cada una de las enfermedades que potencialmente podrían ingresar al país. Un plan de contingencia para las enfermedades de la Lista 1 según la nueva normativa debería diseñarse en el corto plazo y debe ser una prioridad. La operación del sistema de contingencia representa un aspecto fundamental en la contención oportuna y la reducción del impacto de estas patologías.

Un plan de contingencia general para las enfermedades de la Lista 1 y Lista 2 deben ser establecidos y en él las responsabilidades del sector público y privado en la contención de un brote causado por alguna de las enfermedades. La responsabilidad del estado a través de la autoridad sanitaria competente es velar por la investigación oportuna de un brote, evitando su diseminación estableciendo las restricciones geográficas y temporales para el movimiento de peces y los materiales que puedan ser vectores de enfermedad entre centros y zonas.

Bioseguridad de la Industria Salmonicultora

La industria como un sistema integrado debe cumplir con el principio de bioseguridad en todos sus niveles. La salmonicultora no solamente debe enfocarse al trabajo de prevención y control de enfermedades en los centros de cultivo de las especies salmonídeas sino incluir el transporte y procesamiento de peces.

La bioseguridad de la industria como concepto debe incluir las plantas procesadoras y el tratamiento de sus desechos, el transporte de peces y materiales entre centros y zonas dentro del país, el manejo de productos biológicos en los laboratorios de diagnóstico, etc.

Un aspecto importante es resolver si las enfermedades actualmente endémicas en el país puedan afectar a especies silvestres. Esto tendría una enorme implicancia desde el punto de vista de la mantención de la biodiversidad y el equilibrio ecológico en los sistemas acuáticos; ya sea por patologías que puedan ser transferidas desde especies silvestres hacia centros de cultivos de salmónidos o viceversa.

El control del movimiento al igual que en el movimiento animal terrestre solo es circunscrito a cumplir con las regulaciones de tránsito a través de una guía de libre tránsito que autoriza el movimiento de las especies.

En este punto una mayor regulación es necesaria para identificar el movimiento de especies, esto es una exigencia internacional para cumplir con la trazabilidad comercial y sanitaria en el evento de episodios de enfermedades que deben ser investigados.

Una nueva medida a incorporar, podría definirse en un sistema oficial de movimiento de especies acuáticas, autorizado por la autoridad sanitaria competente estableciendo una regla de 21 días, es decir si un grupo de peces es movido hacia otro centro, por ejemplo desde una piscicultura a un centro de agua de mar, estos peces y los utensilios utilizados y desinfectados después del transporte deben permanecer al menos 21 días en el centro de destino con estricta prohibición de mover los peces a otro centro y solamente se autorizaría su movimiento a una planta de procesamiento o posterior al plazo de 21 días. Esta simple medida reduciría las consecuencias de diseminación de una enfermedad endémica o de una nueva enfermedad. Esto se aplicaría incluso para los

movimientos de peces entre centros dentro de una misma empresa cuando se declara un brote.

La trazabilidad de un brote de una enfermedad exótica y de sus potenciales contagios o fuentes de agua que podrían ser afectadas con las descargas de centros infectados, puede ser más eficiente en la medida que se disponga de un registro actualizado del movimiento de los peces.

Presencia de patógenos en peces silvestres

Se debe profundizar en el conocimiento de las poblaciones silvestres y si éstas pueden ser portadores de agentes patógenos y/o reservorios de estos agentes. Se ha demostrado en Escocia y Noruega que el virus ISA, por ejemplo, ha sido aislado desde especies silvestres, que actuarían como reservorios y portadores de este virus.

Manejo de desechos en plantas procesadoras de salmones

La descarga de los riles desde plantas procesadoras, significan un riesgo de contaminación y de infección de especies silvestres en lagos y mar como también a otros centros de cultivo que se ubican cercanos a estas plantas. La distancia entre centros y plantas y entre centros es un factor de riesgo crítico para la transmisión de enfermedades.

Es una realidad que en la mayoría de los sectores donde se producen salmones en Chile, existen plantas de proceso eliminando Riles al mar y centros de cultivos en sus proximidades. Recientemente se ha aprobado una nueva normativa ambiental para la salmonicultura, la cual exigiría el tratamiento de estas descargas al medio ambiente lo que no afectaría el estatus sanitario de centros vecinos.

Estudios de patógenos presentes en Riles de plantas de proceso antes y después de su tratamiento son necesarios para establecer la presencia de patógenos en estos residuos y de evaluar la efectividad de las medidas de tratamiento y desinfección de los efluentes de las plantas procesadoras que serán exigencias en la nueva normativa ambiental.

El tratamiento de los efluentes en pisciculturas no solamente es importante para contener un brote de una enfermedad infecciosa sino también de la multiplicación y diseminación de agentes endémicos en las poblaciones de peces en Chile.

Manejo de productos biológicos en laboratorios

Las condiciones de Bioseguridad de la red de laboratorios de diagnóstico en Chile es fundamental para el cumplimiento y mantención de estándares internacionales en la manipulación de productos biológicos como vacunas o líneas celulares, que pueden ser un riesgo potencial de escape por accidentes o errores.

El cumplimiento de normas de calidad ISO y de mecanismos HACCP, la estandarización de las técnicas diagnósticas, la capacitación y formación del personal técnico y profesional son aspectos esenciales para la disponibilidad un sistema de apoyo a la industria salmonera eficiente, confiable y de alta calidad en sus resultados.

Para ello es fundamental que el estado invierta en el establecimiento de un laboratorio o de referencia que regule y supervise el trabajo de los laboratorios que ofrecen servicios a la industria y que potencialmente puedan manejar biológicos de riesgos.

Comercio Internacional

En los aspectos comerciales, a diferencia de lo que sucede con las enfermedades de animales terrestres como Fiebre Aftosa o Peste Porcina Clásica, un país libre de éstas podría cerrar la entrada de productos y colocar restricciones al comercio. En los peces y particularmente en salmones, hasta la fecha, no ha existido la restricción de exportar carne de salmón eviscerado que podría contener agentes patógenos. Es conocido la enorme disputa y las sanciones que recibió el gobierno australiano por prohibir la importación de carne de salmón desde Canadá.

Los países que tienen una importancia como exportadores de salmón fresco como Chile y Noruega, no se ven mayormente afectadas debido a que no sufren restricciones a sus exportaciones por la introducción y consecuencias de una enfermedad como lo que ocurre en el ganado doméstico con respecto a Fiebre Aftosa u otra. Esto en futuro puede ser modificado y el país debe prepararse para un comercio internacional competitivo y con una creciente regulación en sus aspectos ambientales y sanitarios.

Los beneficios de una mejor salud animal en la acuicultura se traducirá necesariamente en una mayor productividad y sustentabilidad de la acuicultura, mejoramiento de la salud de las especies silvestres y una mayor capacidad de negociación frente a un comercio mundial que exige día a día una mayor calidad desde el punto de vista sanitario de sus productos.

Análisis de riesgos

Decisiones sobre las restricciones comerciales impuestas a productos de importación como ovas, deben responder a las exigencias internacionales en cuanto a su transparencia y objetividad. Para ello es necesario establecer procesos de análisis de riesgo basados en criterios científicos y transparentes como los recomendados por la OIE.

Las metodologías de análisis de riesgo como la propuesta en esta investigación deben ser validadas y aceptadas para su utilización en forma permanente y rutinaria por la autoridad sanitaria competente e sus negociaciones y relaciones entre países. Para ello la convocatoria de expertos de diferentes áreas permite una decisión integrada y con mayor nivel de información.

Los sistemas de cuarentena requieren de la capacitación permanente del personal técnico y profesional involucrado en estas actividades (Sernapesca) especialmente en el reconocimiento de enfermedades exóticas o de la Lista 1.

Zonificación

La certificación de Chile o parte del país como país libre de las enfermedades de la Lista 1 incluyendo la anemia infecciosa del salmón es un desafío prioritario. La aplicación de procedimientos de muestreo adecuados y de sistemas de diagnósticos validados internacionalmente pondría en un nivel superior la competitividad del sector acuícola disponiendo de información para declarar al país o zonas del país libres de las principales enfermedades de la Lista 1 de la OIE.

En términos de la realidad sanitaria nacional, es indispensable conocer las enfermedades que existen en cuanto a su magnitud e impacto y establecer los programas de control y prevención que protejan a la industria y al medio ambiente acuícola según la nueva normativa. Estrategias específicas pueden ser llevadas a cabo para enfermedades en particular.

La asociación de productores de salmón ha iniciado un fuerte programa de control de Caligus en el cual un grupo de centros y empresas colabora activamente en las actividades de vigilancia y control de este copepodo que causa importantes pérdidas en centros afectados. Esto podría replicarse para otras patologías de interés nacional como IPN, BKD o SRS.

El tamaño de muestra recomendado por la OIE, Union Europea y el Servicio de Patólogos para detectar al menos un individuo positivo en una población de peces de más de 10.000 individuos con una prevalencia estimada de un 2%, alcanza a 150 individuos. En el caso que el supuesto de la enfermedad alcanza un 1% o 0,05%, éste tamaño de muestra debería aumentar a 292 o 579 individuos. El problema del tamaño de muestra recomendado por la OIE, asume un test perfecto con un 100% de sensibilidad y un 100% de especificidad. En el caso de una sensibilidad de un 80% se necesitan 373 individuos para detectar al menos un individuo positivo con un 95% de confianza.

La sensibilidad y especificidad de los tests deben ser conocidos para poder certificar centros y zonas libres de algunas patologías tanto en Chile como en la discusión de procedimientos de muestreo llevados a cabo por países que exportan ovas.

Se deben consensuar los programas y planes de contingencia para emergencias sanitarias y los procedimientos operativos respectivos. Los sistemas de emergencia y los planes específicos deben contemplar aspectos relacionados con la disposición de los peces en el caso de su destrucción, mecanismos de compensación que recibirán los productores afectados por las medidas de control aplicadas.

Los manuales de operación deben ser públicos y de amplia difusión así como los procedimientos para hacer efectiva la compensación y sus valores monetarios.

Otro objetivo de esta línea de acción es aumentar la prevención a través de la educación y el entrenamiento de los profesionales del servicio público (Sernapesca) y de las empresas en cuanto a prácticas de manejo, simulación de emergencias sanitarias y principios y metodologías de análisis de riesgo.

DIFUSION DE RESULTADOS DEL PROYECTO FIP 2001-08

Los resultados y principales conclusiones de este proyecto serán difundidas oficialmente una vez que el informe final sea aprobado según las normas del Fondo de Investigación pesquera (FIP). Para ello, se ha cumplido hasta ahora con las instrucciones del Fondo de Investigación Pesquera, es decir, información aunque se ha requerido por parte de terceros no ha sido publicada. Una vez aprobado el informe final del proyecto se procederá al cumplimiento de la divulgación de resultados y principales conclusiones.

En primer término se difundirán los resultados en dos o tres publicaciones científicas, para lo cual se están diseñando los borradores respectivos. Dos trabajos se están preparando para el X Simposium Internacional de Epidemiología Veterinaria y Economía Veterinaria que será desarrollado en la ciudad de Viña del mar en el mes de Noviembre del 2003.

Una segunda acción se refiere a programación y organización de un seminario de divulgación de los resultados finales del proyecto de investigación. Este seminario será organizado en la Décima región y se hará extensiva su invitación a las empresas productoras de salmónes, a las universidades e institutos de investigación, autoridades y personal profesional de Sernapesca y la Subsecretaría de Pesca.

Una tercera acción será desarrollar y diseñar una página web con los resultados del proyecto y que los capítulos se encuentren disponibles a público en general junto a las metodologías empleadas. Esta página web debería estar disponible en el mes de Abril del 2003.

Finalmente, se diseñará un resumen ejecutivo de los resultados en español e inglés, el cual pretende ser un documento de consulta y de apoyo a la decisión del servicio sanitario oficial (Sernapesca).

CONCLUSIONES

- A partir de 1984 se importaron grandes volúmenes de ovas para suplir las necesidades de una industria dinámica que ha crecido a tasas crecientes en el período 1984-2000.
- No obstante la importancia económica y productiva de la importación de ovas, es altamente probable por el volumen de ovas importadas, que ésta haya sido la fuente de ingreso de enfermedades exóticas que no existían en el país como BKD, SRS e IPN entre otras.
- En relación a la producción a la importación de este trabajo se puede concluir que la industria nacional ha reaccionado al escenario adverso que esta enfrentando frente a la importación de ovas. Si bien es cierto no existe una “independencia total” de las ovas importadas para la producción de carne de salmón y trucha, la industria salmonicultora chilena frente a un escenario en el cual no cuente con las ovas importadas como lo fue el ciclo de importación 2000-2001, no vería alterada sus metas de producción.
- La utilización de la metodología Delphi permitió conocer en detalle el proceso de importación de ovas y contribuir en sus resultados con medidas de mitigación que fueron consenso dentro del panel de expertos consultados sobre aspectos de vigilancia epidemiológica, screening de reproductores, distancias entre centros, etc..
- Los modelos seleccionados para evaluar riesgo considero enfermedades como ISA e IPN, lo cual se justifico por las características epidemiológicas de las enfermedades y la calidad de la información disponible de las importaciones particularmente desde Noruega y Escocia. Otros modelos pueden ser evaluados bajo la misma metodología de panel de expertos.
- La evaluación de riesgos utilizando una combinación de un modelo semicuantitativo y el modelo jerarquizado (AHP) permite la ampliación de la evaluación de riesgos a un conjunto mayor de entidades país-enfermedad. La metodología cualitativa propuesta

en esta investigación permitio la identificación, jerarquizacion y evaluación de la magnitud del riesgo enfermedad-país bajo los criterios definidos por la OIE para ocho alternativas.

- Con los resultados del modelo semicuantitativo de ISA Escocia e IPN Escocia, se evaluaron las 8 opciones identificadas en el modelo jerarquico, las cuales fueron rankeadas y ordenadas de mayor a menor riesgo de acuerdo al criterio de severidad que combina la probabilidad y la consecuencia o impacto. Mediante la utilización de la metodología AHP, se puede concluir existen cuatro niveles de riesgo. En el caso de Dinamarca-VHS, correspondería a un *riesgo alto*, Irlanda-VHS y Escocia-ISA *en riesgo moderado*, IPN (Escocia y Dinamarca) *en riesgo muy bajo* y finalmente, BKD (Dinamarca, Escocia) y SRS (Irlanda) con riesgo despreciable.
- El AHP, se sugiere que pueda ser utilizado como método de rutina en el proceso de clasificación de las enfermedades según las listas 1 y 2 del Reglamento Sobre las Medidas de Protección, Control y Erradicación de las Enfermedades de Alto Riesgo.
- La evaluación del riesgo se baso en dos componentes: la probabilidad de difusión o introducción y exposición o establecimiento de la patología evaluada y por otra parte las consecuencias de las enfermedades si estas se establecen y producen brotes.
- Los riesgos para una partida de un millón de ovas fueron calificados como de bajo a despreciable, por lo tanto, se debe considerar que las partidas importadas desde Noruega y Escocia que superaron los 30 millones de ovas en el período 1999-2000 aumentan esta calificación al menos a un riesgo moderado según la definición dada en este trabajo.
- El ajuste al número real de ovas importadas en el período 1998-2000, indico que la probabilidad de difusión aumenta a niveles de moderada a alta, es decir una alta presión viral y la probabilidad de difusión a niveles de bajo a moderada, esto permite concluir que los mecanismos de mitigación actualmente en práctica permiten reducir la probabilidad de difusión y posterior establecimiento de un brote de una enfermedad como IPN e ISA.

- Las medidas de mitigación de riesgo más relevantes identificadas en los análisis de sensibilidad fueron: control de la mezcla de ovas en el transporte y la triangulación de ovas, control de vectores mecánicos, desinfección y diagnósticos validos.
- Finalmente, se debe recordar que Chile de tiempo en tiempo sufrira las consecuencias de la introducción y establecimiento de enfermedades en especies salmonídeas, esto amerita que los sistemas de alerta temprana y respuesta oportuna deben estar activados permanentemente junto a las medidas más adecuadas ara reducir el riesgo (probabilidad y consecuencias) de enfermedades en especies acuáticas.

BIBLIOGRAFIA

Aczel, J.; Saaty, T.L., 1993. Procedures for synthesizing ratio judgments. *J Math Psychol* **27**: 93-102.

Ahne, W.; Vestergard Jorgensen; P.E.; Olesen, N.J.; Schafer, W. and Steinhagen, P. (1986). Egtved virus: Occurrence of strains not clearly identifiable by means of virus neutralisation tests. *Journal of Applied Ichthyology* **4**:187-189.

Alday-Sanz, V.; Rodger, H.; Turnbull, T.; Adams, A. and Richards, R.H. (1994) An immunohistochemical diagnostic test for rickettsial disease. *Journal of Fish Diseases* **17**:189-191.

Amend, D.F. and Pietsch, J.P. (1972) Virucidal Activity of two iodophors to salmonid viruses. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **29**:61-65.

Amend, D.F. (1975) Detection and transmission of infectious haematopoietic necrosis virus in rainbow trout. *Journal of Wildlife Diseases* **11**:471-478.

Amos, K.H.; Hopper, K.A. and LeVander, L. (1989) Absence of infectious haematopoietic necrosis virus in adult sockeye salmon. *Journal of Aquatic Animal Health* **1**:281-283.

Anon. (1994) VHS confirmed on Scottish island. *Veterinary Record* **135**:291.

Aquanoticias, 1997. Editorial Technopress S.A, Chile. N°35, 84 pp.

Aquanoticias. 1998. Diciembre'98-Enero'99. Chile. N°46, 68 p.

Aquanoticias, 1999. Editorial Technopress S.A, Chile.

Aquanoticias, 2000. Editorial Technopress S.A, Chile.

Aquanoticias, 2002. Nacionalización de la Producción de Ovas. Diciembre.

Armacost, R; Componation, P.; Mullens, M.; Swart,W., 1994. An AHP framework for prioritizing customer requirements in QFD: an industrialized housing application. *IIE Transactions* 26 (4): 72-79.

Arnzen, J.M.; Ristow, S.S.; Hesson, C.P. and Lientz, J. (1991) Rapid fluorescent antibody test for infectious haematopoietic necrosis virus (IHNV) utilizing monoclonal antibodies to the nucleoprotein and glycoprotein. *Journal of Aquatic Animal Health* 3:109-113.

Austin, B and Austin, D.A. (1993) Aeromonadaceae representatives (*Aeromonas salmonicida*). In *Bacterial Fish Pathogens. Disease in Farmed and Wild Fish*, 2nd. edition eds. B. Austin and D.A. Austin. Ellis Horwood Ltd. Chichester pp.86-170.

Austin, B. and Rayment, J.N. (1985) Epizootiology of *Renibacterium salmoninarum*, the causal agent of bacterial kidney disease in salmonid fish. *Journal of Fish Diseases* 8:505-509.

Austin, B.; Bucke, D.; Fiest, S. and Rayment, J. (1985) A false positive reaction in the indirect immunofluorescent antibody test for *R. salmoninarum* with a 'Coryneform' organism. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 5:8-9.

Austin, B.A. (1993). Recovery of 'atypical' isolates of *Aeromonas salmonicida*, which grow at 37°C, from ulcerated non-salmonids in England. *Journal of Fish Diseases* 16:165-168.

Amend, D.F. (1970a). Control of infectious haematopoietic necrosis virus disease by elevating the water temperature. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 27:265-270.

Barja J L, Toranzo A E, Lemos M L, Hetrick F M. (1982) Influence of temperature and salinity on the survival of IPN and IHN viruses. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 3 (4): 47-50.

Batts W N, Landolt M L, Winton J R. (1991). Inactivation of infectious hematopoietic necrosis virus by low levels of iodine. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 1379-1385.

Baudin Laurencin, F. (1987) IHN in France. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 7:104.

Benediktsdottir, E. and Helgason, S. (1990) The isolation of *Aeromonas salmonicida* subsp. *achromogenes* from the gills of salmonid fish. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* **10**:104-105.

Bernoth, E.-M. (1990) Screening for the fish disease agent *Aeromonas salmonicida* with an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Journal of Aquatic Animal Health* **2**:99-103.

Billi, J.L. and Wolf, K. (1969) Quantitative comparison of peritoneal washes and feces for detecting infectious pancreatic necrosis (IPN) virus in carrier brook trout. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **26**:1459-1465.

Bovo, G.; Giorgetti, G. and Ceschia, G. (1985) Comparative sensitivity of five fish cell lines to wild infectious pancreatic necrosis viruses isolated in northeastern Italy. In: *Fish and Shellfish Pathology* ed. A.E. Ellis. Academic Press, London, 1985. Pp. 289-293.

Bovo, G.; Giogetti, G.; Vestergaard Jorgensen, P.E. and Olesen, N.J. (1987) Infectious haematopoietic necrosis: First detection in Italy. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* **7**:124.

Bravo S. and Campos M. (1989) Coho salmon syndrome in Chile. *FHS/AFS Newsletter* **17**:3.

Bravo, S. (1994) Piscirickettsiosis in freshwater. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* **14**:137-138.

Bruno, D.W. and Munro, A.L.S. (1986) Observations on *Renibacterium salmoninarum* and the salmonid egg. *Diseases of Aquatic Organisms* **1**:83-87.

Bruneau, N.N.; Thornburn, M.A.; Stevenson, R.M.V. (1999). Use of the Delphi panel method to assess expert perception of the accuracy of screening test systems for infectious pancreatic necrosis virus and infectious hematopoietic necrosis virus. *Journal of Aquatic Animal Health*. **11** (2): 139-147.

Bullock, G.L. and Stuckey, H.M. (1987) Studies on vertical transmission of *Aeromonas salmonicida*. *Progressive Fish Culturist* **49**:302-303.

Brunson, R.; True, K. and Yancey, J. (1989) VHS virus isolated at Makah National Fish Hatchery. *American Fisheries Society. Fish Health Section Newsletter* **17**:3-4

Burke, J. and Grischkowsky, R. (1984) An epizootic caused by infectious haematopoietic necrosis virus in an enhanced population of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka* (Walbaum), smolts at Hidden Creek, Alaska. *Journal of Fish Diseases* **7**:421-429.

Byrne P.J., MacPhee D.D., Ostland V.E., Johnson G., Ferguson H.W. (1998) Haemorrhagic kidney syndrome of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish diseases* **21**: 81-91.

Canadian Food Inspection Agency. (2002). "Animal and Animal Product Importation into Canada, and the appropriate Level of Protection"

Cassigoli, J. 1995. Evaluación del Riesgo Potencial de Introducir Patógenos de Salmónidos a Chile por la Importación de Ovas. Informe Científico y Técnico, Intesal, Número 3.

Cipriano, R.C.; Ford, L.A.; Teska, J.D. and Hale, L.E. (1992) Detection of *Aeromonas salmonicida* in the mucus of salmonid fishes. *Journal of Aquatic Animal Health* **4**:114-118.

Clayton, D and Hills, M. 1993. *Statistical Models in Epidemiology*. Oxford Science Publications. 362 p.

Contreras G. y Mardones F. (1999). Estudio del Mercado de las Ovas, Alevines y Smolts en la industria Salmonicultora Chilena. 46pp.

Contreras, G. (2000). "Una Revisión General del Mercado de las Ovas y Smolt en la Industria Salmonicultora Chilena, con énfasis en la Producción e Importación de Ovas 1999-2001". Tesis de grado de la carrera de Ingeniería en Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco.

Contreras G. y Mardones F. (2000). Estimación de la Producción Real y potencial en la Industria Salmonicultora Chilena. INTESAL. 20pp.

Cvitanich, J.D.; Garate N, O. and Smith, C.E. (1991). The isolation of a rickettsia-like organism causing disease and mortality in Chilean salmonids and its confirmation by Koch's postulate. *Journal of Fish Diseases* **14**:121-145.

Daly, J.G. and Stevenson, R.M.W. (1985). Importance of culturing several organs to detect *Aeromonas salmonicida* in salmonid fish. *Transactions of the American Fisheries Society* **114**:909-910.

Darlington, R.W.; Trafford, R. and Wolf, K. (1972) Fish rhabdoviruses: Morphology and ultrastructure of North American salmonid isolates. *Archiv fuer die Gesamte Virusforschung* **39**:257-264.

Dannevig BH, Falk K and Namork, E (1995). Isolation of the causal virus of infectious salmon anaemia (ISA) in a long-term cell line from Atlantic salmon head kidney. *Journal of General Virology*, 76: 1353–1359.

De Kinkelin, P. (1982). Viral haemorrhagic septicaemia. In: *Les Antigènes des Micro-organismes Pathogènes des Poissons* eds. D. P. Anderson, M. Dorson and Ph. Dubourget. Symp. Inter. Talloires, 10-11 May, 1982. pp. 51-62.

Dobos, P.; Hill, B.J.; Hallett, R.; Kells, D.T.C.; Becht, H. and Teninges, D. (1979). Biophysical and biochemical characterization of five animal viruses with bisegmented double-stranded RNA genomes. *Journal of Virology* **32**:593-605.

Dorson, M. and Torchy, C. (1981). The influence of fish age and water temperature on mortalities of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, caused by a European strain of infectious pancreatic necrosis virus. *Journal of Fish Diseases* **4**:213-221.

Drolet, B.S.; Rohovec, J.S. and Leong, J.C. (1993). Serological identification of infectious haematopoietic virus in fixed tissue cultured cells by alkaline phosphatase immunocytochemistry. *Journal of Aquatic Animal Health* **5**:265-269.

Drolet B S, Rohovec J S, Leong J C. (1994). The route of entry and progression of infectious hematopoietic necrosis virus in *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): a sequential immunohistochemical study. *Journal of Fish Diseases* 17, 337-347.

Elliott, D.G.; Pascho, R.J. and Bullock, G.L. (1989) Developments in the control of bacterial kidney disease of salmonid fishes. *Diseases of Aquatic Organisms* 6:201-215.

Engelking, H.M., Kaufman, J. and Bootland, L. (1992) Infectious haematopoietic necrosis virus (IHNV) in steelhead trout at spawning and during two epizootic outbreaks at Leasburg fish hatchery: Detection and transmission. *American Fisheries Society. Fish Health Section Newsletter* 20:3-6.

Enzmann, P.J.; Dangschat, H.; Feneis, B.; Schmitt, D.; Wizigmann, G. and Schotfeldt, H.J. (1992) Demonstration of IHN virus in Germany. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 12:185.

Evelyn, T.P.T.; Ketcheson, J.E. and Prosperi-Porta, L. (1984) Further evidence for the presence of *Renibacterium salmoninarum* in salmonid eggs and for the failure of povidone-iodine to reduce the intra-ovum infection rate in water-hardened eggs. *Journal of Fish Diseases* 7:173-182.

Evelyn, T.P.T.; Bell, G.R.; Prosperi-Porta, L. and Ketcheson, J.E. (1989) A simple technique for accelerating the growth of the kidney disease bacterium *Renibacterium salmoninarum* on a commonly used culture medium (KDM2). *Diseases of Aquatic Organisms* 7:231-234.

Expert Choice. 1996. Group Decision Support Software. User Manual. Pittsburgh. United States. Decision Support Software. 502 p.

Fendrick, J.L.; Groberg, W.J. and Leong, J.C. (1982) Comparative sensitivity of five fish cell lines to wild type infectious haematopoietic necrosis virus from two Oregon sources. *Journal of Fish Diseases* **5**:87-95.

Fijan, N.N. and Giorgetti, G. (1978) Infectious pancreatic necrosis: isolation of virus from eyed eggs of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Diseases* **1**:269-270.

Fijan, N.; Sulimanovic, D.; Bearzotti, M.; Muzinic, D.; Zwillenberg, L.O.; Chilmonczyk, S.; Vautherot, J.F. and de Kinkelin, P. (1983) Some properties of the epithelioma papulosum cyprini (EPC) cell line from carp (*Cyprinus carpio*). *Annals of Virology* (Inst. Pasteur). **134E**:207-220.

Ferguson, H.W. and McCarthy, D.H. (1978) Histopathology of furunculosis in brown trout *Salmo trutta* L. *Journal of Fish Diseases* **1**:165-174.

Frantsi, C. and Savan, M. (1971) Infectious pancreatic necrosis virus - Temperature and age factors in mortality. *Journal of Wildlife Diseases* **7**:249-255.

Fryer, J.L. and Sanders, J.E. (1981) Bacterial kidney disease of salmonid fish. *Annual Review of Microbiology* **35**:273-298.

Fryer, J.L.; Lannan, C.N.; Garcés, L.H.; Larenas, J.J. and Smith, P.A. (1990) Isolation of a Rickettsiales-like organism from diseased coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in Chile. *Fish Pathology* **25**:107-114.

Fryer, J.L.; Lannan, C.N.; Giovannoni, S.J. and Wood, N.D. (1992) *Piscirickettsia salmonis* gen. nov., sp. nov., the causative agent of an epizootic disease in salmonid fishes. *International Journal of Systematic Bacteriology* **42**:120-126.

Fryer, J.L. and Lannan, C.N. (1993) The history and current status of *Renibacterium salmoninarum*, the causative agent of bacterial kidney disease in Pacific salmon. *Fisheries Research* **17**:15-33.

Garcés, L.H.; Larenas, J.J.; Smith, P.A.; Sandino, S.; Lannan, C.N. and Fryer, J.L. (1991) Infectivity of a rickettsia isolated from coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. *Diseases of Aquatic Organisms* **11**: 93-97.

Garuti, C.; Spencer, I., 1993. Metodologías recientes para la evaluación de impacto ambiental de proyectos: análisis multicriterio y AHP. Santiago, Chile. Fulcrum Ingeniería Ltda. 108 p.

Ghittino, P. (1965) Viral hemorrhagic septicemia (VHS) in rainbow trout in Italy. *Annals of the New York Academy of Science* **126**:468-478.

Gomes, L.F.A.M. 1997. Os Métodos de Análise Hierárquica: Princípios Básicos, Limitações e Análise Comparativa. Texto de Conferencia Magistral en RED-1997. Santiago. Chile. Universidad de Santiago de Chile.

Gosting, L.H. and Gould, R.W. (1981) Thermal inactivation of infectious hematopoietic necrosis and infectious pancreatic necrosis viruses. *Applied and Environmental Microbiology* **41**:1081-1082.

Groman, D.; Tweedie, D. and Shaw, D. (1992) Experiences with atypical furunculosis in Newfoundland: An overview. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* **1**:36-39.

Hattenberger-Baudouy A M, Danton M, Merle G, de Kinkelin P. (1995). Epidemiology of infectious hematopoietic necrosis (IHN) of salmonid fish in France: study of the course of natural infection by combined use of viral examination and seroneutralization test and eradication attempts. *Vet Res* **26**, 256-275.

Hattori, M.; Kodama, H.; Ishiguro, S.; Honda, A.; Mikama, T. and Izawa, H. (1984) In vitro and in vivo detection of infectious pancreatic necrosis virus in fish by enzyme-linked immunosorbent assay. *American Journal of Veterinary Research* **45**:1876-1879.

Hedrick, R.P.; LaPatra, S.E.; Fryer, J.L.; McDowell, T. and Wingfield, W.H. (1987) Susceptibility of coho (*Oncorhynchus kisutch*) and chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*)

salmon hybrids to experimental infections with infectious haematopoietic necrosis virus (IHNV). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* **7**:97-100.

Hedrick R P, McDowell T, Eaton W D, Kimura T, Sano T. (1987). Serological relationships of five herpesviruses isolated from salmonid fish. *J. Appl. Ichthyol.* **3**, 87-92.

Hernández, R; Fernandez, C; Baptista, P. 1993. Metodología de la investigación. Editorial McGraw-Hill, Mexico. 505 páginas.

Hetrick, F.M.; Fryer, J.L. and Knittel, M.D. (1979) Effect of water temperature on the infection of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson with infectious haematopoietic necrosis virus. *Journal of Fish Diseases* **2**:253-357.

Hill, B.J.; Underwood, B.O.; Smale, C.J. and Brown, F. (1975) Physico-chemical and serological characterisation of five rhabdoviruses infecting fish. *Journal of General Virology* **27**:369-378.

Hill, B.J. (1982) Infectious pancreatic necrosis virus and its virulence. In: *Microbial Diseases of Fish* ed. R.J. Roberts. Academic Press, London. pp. 91-114.

Hiney, M.P.; Kilmartin, J.J. and Smith P.R. (1994) Detection of *Aeromonas salmonicida* in Atlantic salmon with asymptomatic furunculosis infections. *Diseases of Aquatic Organisms* **19**:161-167.

Hsu, Y.L. and Leong, J.C. (1985) A comparison of detection methods for infectious haematopoietic necrosis virus. *Journal of Fish Diseases* **8**:1-12.

Hsu, Y.L.; Chiang, S.Y.; Lin, S.T. and Wu, J.L. (1989) The specific detection of infectious pancreatic necrosis virus in infected cells and fish by the immuno dot blot method. *Journal of Fish Diseases* **12**:561-571.

Humphrey J D. (1995). Australian Quarantine Policies and Practices for Aquatic Animals and their Products: a review for the Scientific Working Party on Aquatic Animal Quarantine. Bureau of Resource Sciences. Canberra.

Hyatt A D, Eaton B T, Hengstberger S, Russel G. (1991). Epizootic haematopoietic necrosis virus: detection by ELISA, immunohistochemistry and immunoelectron-microscopy. *Journal of Fish Diseases* 14, 605-617.

Instituto Tecnológico del Salmón. 2001. Programa Nacional de Salud de la Industria Salmonera. Monitoreo General de Centros año 2000.

Ishiguro, S.; Izawa, H.; Kodama, H.; Onuma, M. and Mikama, T. (1984). Serological relationships among five strains of infectious pancreatic necrosis virus. *Journal of Fish Diseases* 7:127-135.

Jarp, J.; Tangen, K.; Willumsen, F.V.; Djupvik, H.O. and Tveit, A.M. (1993). Risk factors for infection with *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* in Norwegian freshwater hatcheries. *Diseases of Aquatic Organisms* 17:81-86.

Jarp, J. and Karlsen, E. (1997). Infectious salmon anaemia (ISA) risk factors in sea-cultured Atlantic salmon *Salmo salar*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 28: 79–86.

Jensen, M.H. (1963) Preparation of fish tissue cultures for virus research. *Bulletin Office International des Epizooties* 59:131-134.

Kahn, S.A; Beers, P.T.; Fndlay, V.L.; Peebles, I.R.; Durham, P.J.; Wilson, D.W. and Gerrity, S.E. (1999). Import Risk Analysis on Non-viable Salmonids and Non-salmonid Marine Fish. Australian Quarantine and Inspection Service. pp. 427.

Keller, J.A. (1993). The application of risk analysisi to international trade in animals and animal products. In: Risk Analysis, animal health and trade. *Revue Scientifique et Technique*. Vol. 12: 4: 1093-1106.

Kibenge F.S.B., Gárate O., Johnson G., Arriagada R., Kibenge M., Wadoska D. (2001). Isolation and identification of infectious anaemia virus (ISAV) from Coho salmon in Chile. *Diseases of aquatic organisms*. Vol. 45: 9-18.

Kimura T, Yoshimizu M, Tanaka M. (1981) Studies of a new virus (OMV) isolated from *Oncorhynchus masou*: I. Characteristics and pathology. *Fish Pathol* 15, 143-147.

Kumagai A, Takahashi K, Fukuda H. (1994). Epizootics caused by salmonid herpesvirus type 2 infection in maricultured coho salmon. *Fish pathology* 29, 127-134.

Langdon J S, Humphrey J D, Williams L D. (1988). Outbreaks of an EHNV-like iridovirus in cultured rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, in Australia. *Journal of Fish Disease* 11, 93-96.

Langdon J S. (1989). Experimental transmission and pathogenicity of epizootic haematopoietic necrosis virus (EHNV) in redfin perch, *Perca fluviatilis* L., and 11 other teleosts. *Journal of Fish Diseases* 12, 295-310.

Lannan, C.N. and Fryer, J.L. (1991) Recommended methods for inspection of fish for the salmonid rickettsia. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 11:135-136.

Lannan, C.N.; Ewing, S.A. and Fryer, J.L. (1991) A fluorescent antibody test for detection of the rickettsia causing disease in Chilean salmonids. *Journal of Aquatic Animal Health* 3:229-234.

Lannan, C.N. and Fryer, J.L. (1993) *Piscirickettsia salmonis*, a major pathogen of salmonid fish in Chile. *Fisheries Research* 17:115-121.

LaPatra, S.E.; Roberti, K.A.; Rohovec, J.S. and Fryer, J.L. (1989a) Fluorescent antibody test for the rapid diagnosis of infectious haematopoietic necrosis. *Journal of Aquatic Animal Health* 1:29-36.

LaPatra, S.E.; Rohovec, J.S. and Fryer, J.L. (1989b). Detection of infectious haematopoietic necrosis virus in fish mucus. *Fish Pathology* 24:197-202.

LaPatra, S.E.; Groberg, W.J.; Rohovec, J.S. and Fryer, J.L. (1990) Size-related susceptibility of salmonids to two strains of infectious haematopoietic necrosis virus. *Transactions of the American Fisheries Society* 119:25-30.

Larenas J., Contreras J., Oyanedel S., Morales M. A., Smith P., (1997) Efecto de la densidad poblacional y temperatura en truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) inoculadas con *Piscirickettsia salmonis*. *Archivos de Medicina Veterinaria* 29(1): 113-119.

Larenas J., Contreras J., Smith P. (1998) Estado actual de la piscirickettsiosis en salmones. *Aquatic Revista Electrónica de Acuicultura: Tecnología e Investigación en Castellano*. Número 5. <http://aquatic.unizar.es/N1/art505/piscrick.htm>.

Lecomte, J.; Arella, M. and Berthiaume, L. (1992) Comparison of polyclonal and monoclonal antibodies for serotyping infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) strains isolated in eastern Canada. *Journal of Fish Diseases* 15:431-436.

Malsberger, R.G. and Cerini, C.P. (1963) Characteristics of infectious pancreatic necrosis virus. *Journal of Bacteriology* 86:1283-1287.

McAllister, P.E. and Wagner, R.R. (1975) Structural proteins of two salmonid rhabdoviruses. *Journal of Virology* 15:733-738.

McAllister, P.E. and Schill, W.B. (1986). Immunoblot assay: A rapid and sensitive method for identification of salmonid fish viruses. *Journal of Wildlife Diseases* 22:468-474.

McAllister, P.E. and Owens, W.J. (1987) Identification of the three serotypes of viral hemorrhagic septicemia virus by immunoblot assay using antiserum to serotype F1. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 7:90-91.

McAllister P E. (1993). Salmonid fish viruses. In: *Fish Medicine* (ed. by M K Stoskopf), pp 380-408. W B Saunders Co., Philadelphia, PA.

McAllister, P.E.; Schill, W.B.; Owens, W.J. and Hodge, D.L. (1993) Determining the prevalence of infectious pancreatic necrosis virus in asymptomatic brook trout *Salvelinus fontinalis*: a study of clinical samples and processing methods. *Diseases of Aquatic Organisms* 15:157-162.

McCarthy, D.H. and Roberts, R.J. (1980) Furunculosis of fish - the present state of our knowledge. In *Advances in Aquatic Microbiology*, Vol. 2 eds. M.R. Droop and H.W. Jannasch. New York: Academic Press. pp. 293-341.

McDiarmid S.C. (1993). Risk analysis and the importation of animal and animal products. In: Risk Analysis, animal health and trade. *Revue Scientifique et Technique*. Vol. 12: 4: 1093-1106.

McKnight, I.J. and Roberts, R.J. (1976) The pathology of infectious pancreatic necrosis. I. The sequential histopathology of the naturally occurring condition. *British Veterinary Journal* **132**: 76-85.

Medina, D.J.; Chang, P.W.; Bradley, T.M.; Yeh, M.T. and Sadasiv, E.C. (1992) Diagnosis of infectious haematopoietic necrosis virus in Atlantic salmon *Salmo salar* by enzyme-linked immunosorbent assay. *Diseases of Aquatic Organisms* **13**:147-150.

Meyers T R and Winton J R. (1995). Viral hemorrhagic septicemia virus in North America. *Annual review of Fish Diseases* 5: 3-24.

Munro, A.L.S. and Hastings, T.S. (1993) Furunculosis. In *Bacterial Diseases of Fish* eds. V. Inglis, R.J. Roberts and N.R. Bromage. Oxford: Blackwell Scientific Publications. pp. 122-142.

Mulcahy, D.; Pascho, R.J. and Jenés, C.K. (1983a) Titre distribution patterns of infectious haematopoietic necrosis virus in ovarian fluids of hatchery and feral salmon populations. *Journal of Fish Diseases* **6**:183-188.

Mulcahy, D.; Pascho, R.J. and Jenés, C.K. (1983b) Detection of haematopoietic necrosis virus in river water and demonstration of waterborne transmission. *Journal of Fish Diseases* **6**:321-330.

Mulcahy D, Jenes C K, Pascho R. (1984). Appearance and quantification of infectious hematopoietic necrosis virus in female sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) during their spawning migration. *Archives of Virology* 80, 171-181.

Mulcahy, D. and Pascho, R.J. (1984) Adsorption to fish sperm of vertically transmitted fish viruses. *Science* **225**:333-335.

Mulcahy, D. and Wood, J. (1986) A natural epizootic of infectious haematopoietic necrosis in imported Atlantic salmon, *Salmo salar* L., reared in the enzootic region. *Journal of Fish Diseases* **9**:173-175.

Neukirch, M. (1984) An experimental study of the entry and multiplication of viral haemorrhagic septicaemia virus in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, after water-borne infection. *Journal of Fish Diseases* **7**:231-234.

Nicholson, B.L. and Henchal, E.A. (1978) Rapid identification of infectious pancreatic necrosis virus in infected cell cultures by immunoperoxidase techniques. *Journal of Wildlife Diseases* **14**:465-469.

Nicholson, B.L. and Caswell, P. (1982) Enzyme-linked immunosorbent assay for identification of infectious pancreatic necrosis virus. *Journal of Clinical Microbiology* **16**:469-472.

Nomura, T.; Yoshimizu, M. and Kimura, T. (1993) An epidemiological study of furunculosis in salmon propagation in Japanese rivers. *Fish Resources* **17**:137-146.

Nylund A, Kross̄y B, Devold M, Aspehaug V, Steine NO and Hovland T (1999), Outbreak of ISA during first feeding of salmon fry (*Salmo salar*). Bulletin of the European Association of Fish Pathologists. 19: 70–74.

OIE. (1995a). OIE International Aquatic Animal Health Code, Office International des Epizooties, 1995, first edition.

OIE. (1995b). OIE Diagnostic Manual for Aquatic Animal Diseases, Office International des Epizooties, 1995, first edition.

OIE. (1995c). World Animal Health in 1995, Office International des Epizooties, 1995.

OIE (2000).Código Internacional Sanitario para animales acuáticos Office International des Epizooties.

OIE (2001). World animal health in 2000. Office International des Epizooties.

Olberding, K.P. and Frost, J.W. (1975) Electron microscopical observations of the structure of the virus of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of General Virology* **27**:305-312.

Olsen, N.J. and Vestergard Jorgensen, P.E. (1992) Comparative susceptibility of three fish cell lines to Egtved virus, the virus of viral haemorrhagic septicaemia (VHS). *Diseases of Aquatic Organisms* **12**:235-237.

Olivier, G. (1992) Furunculosis in the Atlantic Provinces: An overview. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* **1**:4-10.

Olsen, C.; Stewart, B.; Lutz, S.; Glecker, J.; Reno, P. and Dunphy, G. (1994) Detection of an aquatic birnavirus in anadromous coho broodstock, *Oncorhynchus kisutch*, in Puget Sound, Washington. *American Fisheries Society. Fish Health Section Newsletter* **22**:5-6.

Oshima, K.H.; Higman, K.H.; Arakawa, C.K.; de Kinkelin, P.; Vestergard Jorgensen, P.E.; Meyers, T.R. and Winton, J.R. (1993) Genetic comparison of viral hemorrhagic septicemia virus isolates from North America and Europe. *Diseases of Aquatic Organisms* **17**:73-80.

Oshima K H, Higman K H, Arakawa C K, de Kinkelin P, Jørgensen P E V, Meyers T R, Winton J R. (1993). Genetic comparison of viral hemorrhagic septicemia virus isolates from North America and Europe. *Dis. Aquat. Org.* **17**: 73-80.

Oshima K H, Arakawa C K, Higman K H, Landolt M L, Nichol S, Winton J R. (1995). The genetic diversity and epizootiology of infectious hematopoietic necrosis virus. *Virus Research* 35: 123-141.

Parisot, T.J.; Yasutake, W.T. and Klontz, G.W. (1965) Virus diseases of the salmonidae in western United States. I. Etiology and epizootiology. *Annals of the New York Academy of Science* 126:531-542.

Pascho, R.J. and Mulcahy, D. (1987) Enzyme-linked immunosorbent assay for a soluble antigen of *Renibacterium salmoninarum*, the causative agent of salmonid bacterial kidney disease. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 44:183-191.

Paterson, W.D.; Lall, S.P.; Desautels, D. (1981) Studies on Bacterial Kidney Disease in Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in Canada. *Fish Pathology* 15:283-292.

Pietsch, J.P.; Amend, D.F. and Miller, C.M. (1977) Survival of infectious haematopoietic necrosis virus held under various environmental conditions. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34:1360-1364.

Pryde, A.; Melvin, W.T. and Munro, A.L.S. (1993) Nucleotide sequence analysis of the serotype-specific epitope of infectious pancreatic necrosis virus. *Archives of Virology* 129:287-293.

Raynard, R.S; Gregory, A; Murray, A.G; MacDonald, A.I.M; Gradiner, W.R and Stagg, R.M. (2001). European association of Fish Patologists. 0-014.

@RISK (1998). Programa auxiliar para análisis de riesgo y simulación. Palisade Corporation. The software centre.

Rodger, HD and Richards, RH (1998). Observational study of erythrocytic inclusion bodies in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the British Isles, *Journal of Fish Diseases*, 21: 101–111.

Romero, C. 1993. Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones. Madrid, España. Alianza Editorial, 195 p.

Saaty, T.L. 1994. Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic Hierarchy Process. The Analytic Hierarchy process Series, Pittsburgh, United States. RWS Publications, v.6.

Saaty, T. 1996. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. The Analytic Hierarchy process Series Vol. I. Pittsburgh. United States. RWS Publications. v. 1.

Sanders, J.E.; Fryer, J.L. (1980) *Renibacterium salmoninarum* gen. nov., sp. nov., the causative agent of bacterial kidney disease in salmonid fishes. *International Journal of Systematic Bacteriology* **30**:496-502.

Sano T. (1976). Viral diseases of cultured fish in Japan. *Fish Pathol* **10**, 221-226.

Sano, T.; Nishimura, T.; Okamoto, N.; Yamazaki, T.; Hanada, H. and Watanabe, Y. (1977) Studies on viral diseases of Japanese fishes. VI. Infectious haematopoietic necrosis (IHN) of salmonids in the mainland of Japan. *Journal of the Tokyo University of Fisheries* **63**:81-85.

Sano T, Fukuda H, Okamoto N, Kaneko F. (1983). Yamame tumour virus: lethality and oncogenicity. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **49**, 1159-1163.

Sanz, F. and Coll, J.M. (1992) Detection of viral haemorrhagic septicaemia virus by direct immunoperoxidase with selected anti-nucleoprotein monoclonal antibody. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* **12**:116-119.

Schäfer, J.W.; Alvarado, V.; Enriquez, R. and Monrás, M. (1990) The 'Coho Salmon Syndrome' (CSS): a new disease in Chilean salmon, reared in sea water. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* **10**:130.

Servicio Nacional de Pesca (2001). Estadística oficial de Importaciones de ovas.

Smail, D.A. and Munro, A.L.S. (1985). Infectious pancreatic necrosis virus. Persistence in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). In: *Fish and Shellfish Pathology* ed. A.E. Ellis. Academic Press, London, 1985. pp. 277-288.

Smail, D.M. and Munro, A.L.S. (1989). The virology of teleosts. In: *Fish Pathology* ed. R. J. Roberts. Bailliere Tindall, London, pp. 173-241.

Smith P.A., Contreras J., Larenas J., Aguilón J.C., Garcés L.H., Pérez B., Fryer J.L. (1997). Immunization with bacterial antigens: Piscirickettsiosis. En: *Fish Vaccinology*. Dev. Biol. Stand. Basel, Karger 90: 161-166. Editado por Gudding R.A. Lillehaug, P.J. Midtlyng, F. Brown.

Smith P.A., Ojeda P., Pizarro J.R., Larenas J., (1999). Routes of entry of *Piscirickettsia salmonis* in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Diseases of Aquatic Organisms* 37: 165-172.

Stone M.A.B., MacDiarmid S.C., Pharo H.J. (1997). Import health risk analysis: salmonids for human consumption. Ministry of Agriculture Regulatory Authority, New Zealand. pp 269.

Swanson, R.N. and Gillespie, J.H. (1981). An indirect fluorescent antibody test for the rapid detection of infectious pancreatic necrosis virus in tissues. *Journal of Fish Diseases* 4:309-315.

Tadisina, S. K.; Troutt M. D.; Bhasin, V. 1991. Selecting a doctoral programme using the Analytic Hierarchy Process-the importance of perspective. *Journal of Operational Research* 42 (8): 631-638.

Teska, J.D. and Cipriano, R.C. (1993). Nonselective nature of Coomassie Brilliant Blue agar for the presumptive identification of *Aeromonas salmonicida* in clinical specimens. *Diseases of Aquatic Organisms* 16:239-242.

Thorud K., Jakobsen R.A. (1991). Infectious anaemia in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 21: 109-111.

Tisdall, D.J. and Phipps, J.C. (1987). Isolation and characterisation of a marine birnavirus from returning quinnat salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the south island of New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal* 35:217-218.

Toranzo A E, Hetrick F M. (1982). Comparative stability of two salmonid viruses and poliovirus in fresh, estuarine and marine waters. *Journal of Fish Diseases* 5, 223-231.

Torgensen, Y (1997). Physical and chemical inactivation of the infectious salmon anaemia (ISA) virus, Workshop on Infectious Salmon Anaemia, St Andrews, New Brunswick, 26 November, pp. 44–53.

Traxler, G.S. and Rankin, J.B. (1989) An infectious haematopoietic necrosis epizootic in sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* in Weaver Creek spawning channel, Fraser River system, B.C., Canada. *Diseases of Aquatic Organisms* 6:221-226.

Traxler, G.S.; Roome, J.R. and Kent, M.L. (1993) Transmission of infectious haematopoietic necrosis virus in seawater. *Diseases of Aquatic Organisms* 16:111-114.

Traxler G, Kieser D, Evelyn T P T. (1995). Isolation of North American strain of VHS virus from farmed Atlantic salmon. In: *Aquaculture update*. Number 72, July 21 1995.

Vagsholm I, Djupvik HO, Willumsen FV, Tveit AM and Tangen K (1994). Infectious salmon anaemia (ISA) epidemiology in Norway. *Preventive Veterinary Medicine*, 19: 277–290.

Vose, D. 1997. Quantitative Risk analysis. A guide to Monte Carlo simulation modelling. Pub: John Wiley and sons Ltd., Chichester, England, pp.328.

Vose, D. 2001. Risk Analysis. A quantitative guide. Pub: John Wiley and sons Ltd., Chichester, England, pp.418.

Wedermeier G A, Nelson N C, and Smith C A. (1978). Survival of salmonid viruses infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) and infectious pancreatic necrosis (IPNV) in ozonated, chlorinated and untreated waters. *J. Fish. Res. Board Can.* 35, 875-879.

Whittington R J, Philbey A, Reddacliff G L, MacGown A R. (1994). Epidemiology of epizootic haematopoietic necrosis virus (EHNV) in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): findings based on virus isolation, antigen capture ELISA and serology. *Journal of Fish Diseases* 17, 205-218.

Whittington R J, Reddacliff G L. (1995). Influence of environmental temperature on experimental infection of redfin perch (*Perca fluviatilis*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with epizootic haematopoietic necrosis virus, an Australian iridovirus. *Australian Veterinary Journal* 72, 421-424.

Williams, L.M.; McRae, C.L.; Crane, M.S. and Gudkovs, N. (1994). Identification of Fish Viruses by Western Blot Technique. Australian Society for Microbiology Annual Scientific Meeting, Melbourne, 25-30 September, 1994. *Australian Microbiology* 15:A-129.

Wolf, K.; Quimby, M.C. and Bradford, A.D. (1963) Egg-associated transmission of IPN virus of trouts. *Virology* 21:317-321.

Wolf, K.; Quimby, M.C. and Carlson, C.P. (1969) Infectious pancreatic necrosis virus: Lyophilization and subsequent stability in storage at 4°C. *Applied Microbiology* 17:623-624.

Wolf, K.E. and Quimby, M.C. (1971) Salmonid viruses: Infectious pancreatic necrosis virus. Morphology, pathology and serology of first European isolates. *Archiv fuer die Gesamte Virusforschung* 34:144-156.

Wolf K. (1988). *Fish Viruses and Fish Viral Diseases*. Cornell University Press, Ithaca, NY.

Wolf, K. (1988a) Infectious haematopoietic necrosis virus. In: *Fish Viruses and Fish Viral Diseases* ed. K. Wolf. Cornell University Press, 1988. pp. 83-114.

Wolf, K. (1988b) Viral hemorrhagic septicemia. In: *Fish Viruses and Fish Viral Diseases*, Cornell University Press, pp. 217-249.

Wolf, K. (1988c) Infectious pancreatic necrosis. In: *Fish Viruses and Fish Viral Diseases* ed. K. Wolf. Cornell University Press, 1988. pp. 115-157.

Wooldridge, M. (1996). Risk Analysis, risk assessment, animal health and the decision making process. *State Veterinary Journal* 6 (1), 4-6.

Yamamoto, T. (1975) Infectious pancreatic necrosis (IPN) virus carriers and antibody production in a population of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Canadian Journal of Microbiology* 21:1343-1347.

Yamamoto, T.; Batts, W.N.; Arakawa, C.K. and Winton, J.R. (1990) Multiplication of infectious haematopoietic necrosis virus in rainbow trout following immersion infection: Whole-body assay and immunohistochemistry. *Journal of Aquatic Animal Health* 2:271-280.

Yamamoto, T.; Batts, W.N. and Winton, J.R. (1992) In vitro infection of salmonid epidermal tissues by infectious haematopoietic necrosis virus and viral haemorrhagic septicaemia virus. *Journal of Aquatic Animal Health* 4:231-239.

Yasutake, W.T. (1978) Histopathology of yearling sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) infected with infectious haematopoietic necrosis (IHN). *Fish Pathology* 14:59-64.

Yoshimizu M, Nomura T, Awakura T, Ezura Y, Kimura T. (1989). Prevalence of fish pathogenic viruses in anadromous masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in the northern part of Japan, 1976-1987. *Physiol. Ecol. Japan. Spec. Vol. 1*: 559-576.

Zagmutt, F. 2001. Factores de riesgo para el ingreso y transmisión del virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa (IPNV) en Centros de Cultivo de Salmónidos. Memoria de Título. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. Santiago. pp 96.