Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO D. AC. N° 491 / 30.05.2017

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN AL D.S. (MINECON) N° 319 DE 2001, REGLAMENTO SANITARIO PARA LA ACUICULTURA

1. Antecedentes generales.

A mediados del año 2007 la salmonicultora nacional se vio gravemente afectada por un brote de la enfermedad de etiología viral Anemia Infecciosa del Salmón (ISAv), la que hasta esa fecha era considerada una patología exótica para el país, provocando la más grande crisis sanitaria que ha tenido la salmonicultura chilena desde sus inicios en los años 80. La aparición y rápida difusión del virus de la Anemia Infecciosa del Salmón, generó una profunda depresión productiva y competitiva en la industria, reduciendo de manera considerable la producción de salmones, particularmente de la especie *Salmo salar*, provocando mortalidades de hasta 90% en centros de cultivo, además de la eliminación de la totalidad de los ejemplares en algunos casos. Esta crisis tuvo efectos devastadores no sólo en la industria, sino también en la economía local, viéndose fuertemente afectada la generación de empleos y el desarrollo regional, provocado la pérdida de aproximadamente 20.000 puestos de trabajo.

En ese contexto, se inició un intenso trabajo regulatorio donde, tanto el Estado como los privados, se comprometieron en trabajar para recuperar la industria y tomar los resguardos sanitarios y ambientales para minimizar los efectos indeseados de esta u otras enfermedades.

De esta manera, la gran reforma legal del año 2010, introdujo importantes modificaciones a la Ley General de Pesca y Acuicultura, las que se hicieron efectivas mediante la publicación de la Ley Nº 20.434 el 08 de abril de 2010. A partir de estas modificaciones, se reforzó el marco regulatorio aplicado a la acuicultura, y específicamente a la salmonicultura, modificándose, entre otros, el Reglamento Sanitario de la Acuicultura (RESA), D.S. (MINECON) Nº 319 de 2001. Una de las bases de esta modificación consistió en

revisar la información epidemiológica disponible respecto a la transmisión de enfermedades y en particular de ISAv. Asimismo, se revisaron los modelos productivos de los principales países productores de salmones, en atención a su experiencia en superar crisis sanitarias ocurridas por esta misma enfermedad.

Uno de los puntos relevantes identificados, correspondió a la reproducción y crianza de los reproductores, considerándose las enfermedades de transmisión vertical. En este entendido, mediante el D. S. (MINECON) N°56 de 2011, que modificó al D.S. (MINECON) Nº 319 de 2001, se incorporó el Párrafo 2° que regula la reproducción de los centros emplazados en mar, que considera entre algunas de sus disposiciones las siguientes:

a) Los centros de reproducción emplazados en mar que tengan por objeto el manejo genético deberán someterse a las disposiciones prevista para los centros de experimentación, de conformidad con el articulo 67 quinques de la ley, sin perjuicio de las normas específicas establecidas mediante el reglamento sanitario.

   Los estudio técnicos que elabore la Subpesca para determinar áreas apropiadas para la acuicultura, deberán prever sectores con características por distancias, oceanográficas y operativas que permitan que los centros de reproducción operen en forma independiente del resto de los centros de cultivo en mar.

b) Los centros de mar que mantenga reproductores deberán tener una distancia de al menos 7 millas náuticas con otros centros ya sean de cultivo o de acopio; y de 2,5 millas náuticas con otros centros de reproductores, sin que se entienda interrumpida por accidentes geográficos.

c) Los ejemplares de *Salmo salar* que sean trasladados desde centros de reproducción a piscicultura, deberán permanecer en ella al menos un año antes del desove; mientras que los ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* deberán permanecer en la piscicultura al menos 6 meses antes de ser desovados. El Servicio establecerá un plan de muestreo sanitario durante el periodo previo al desove en el programa sanitario de la reproducción.

En términos regulatorios, si bien la norma que rige la mantención de reproductores en Chile es similar a la dispuesta en otros países, existen ciertas diferencias a considerar. Así, al igual a lo que ocurre en nuestro país, el marco regulatorio que rige para los centros de reproductores de salmones en Noruega, considera la mantenciones de reproductores en agua dulce y en mar, sin embargo, el modelo productivo de salmones en Noruega se basa en el otorgamiento de licencias de acuicultura en las cuales los acuicultores concentran su producción, sin el establecimiento de distancias específicas. De acuerdo al Registro de licencias de acuicultura de la Dirección de Pesca de Noruega, en ese país se han otorgado 40 licencias de acuicultura para la cría comercial de reproductores de salmónidos (http://www.fiskeridir.no/register/akvareg/). En conjunto, estos concesionarios pueden criar sus peces en 248 sitios destinados para la Reproducción (cría), de los cuales sólo 34 son sitios en tierra con abastecimiento de agua dulce.

Desde el punto de vista sanitario, Noruega dispone de estrictas medidas de bioseguridad, prevención y control en las etapas productivas de reproducción, incubación de huevos y alevines; y operaciones con alevines. Al igual que en Chile, se considera, entre otras, la desinfección de las ovas poco después de la fertilización, antes de iniciar la incubación. Adicionalmente, se establece descanso y desinfección regular de todos equipos utilizados durante el proceso productivo y de los establecimientos de acuicultura, incluidos los de reproducción y/o incubación de ovas.

Al igual que en nuestro país, en Noruega dentro de las principales obligaciones específicas requeridas para los centros de reproductores se incluye un período de descanso mínimo obligatorio entre cada clase-año de 2 meses, el que puede prolongarse por decisión Autoridad Sanitaria (RTCNA) por motivos zoosanitarios; un registro diario de operaciones (bitácora); intensificación de muestreos antes del comienzo de la temporada de desove y screening durante el desove.

En atención a la importancia de los reproductores dentro de la cadena productiva de la acuicultura de especies salmónidas, se consideró necesario realizar una revisión de las medidas establecidas en el Párrafo 2° del D.S. (MINECON) N° 319 de 2001, con la finalidad de realizar los ajustes pertinentes que permitan su mejor aplicación y contribución con la

finalidad de garantizar el abastecimiento de material genético de calidad para sustentar las siguientes etapas productivas de esta actividad.

2. Modelo de producción de reproductores y manejo genético.

De acuerdo a lo informado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, entre los años 2014 y 2016 en Chile, 97 centros de reproductores declararon ingresos o existencia. De estos, 23 se encuentran emplazados en mar y 74 están emplazados en tierra (pisciculturas). De las instalaciones emplazadas en mar, 3 declararon operar sólo con *Salmo salar*, 10 sólo con *Oncorhynchus kisutch* y 8 sólo con *Oncorhynchus mykiss.* De las dos restantes, 1 opera con *Oncorhynchus mykiss* y *Oncorhynchus kisutch*; y la otra con las tres especies.

Respecto de los centros de reproductores emplazados en tierra, 15 operan solo con *Salmo salar*, 22 lo hacen con *Oncorhynchus mykiss* y 9 operan con *Oncorhynchus kisutch*. Los centros restantes operan con más de una especie.

En la tabla 1, se entrega el detalle de las especies de salmón mantenidas en los centros de reproductores, según el tipo de instalación.

Tabla N° 1. Tipo, número y porcentaje de instalación que declaró operación con reproductores, según especie, años 2014 a 2016.

Tipo de Instalación	Número	Porcentaje (%)	Especie producida
Concesión de acuicultura	3	13,0	*Salmo salar*
	10	43,5	*Oncorhynchus kisutch*
	8	34,8	*Oncorhynchus mykiss*
	1	4,3	*Salmo salar, Oncorhynchus kisutch y Oncorhynchus mykiss*
	1	4,3	*Oncorhynchus kisutch y Oncorhynchus mykiss*
Total	**23**	**100%**	
Piscicultura	15	20,3	*Salmo salar*
	9	12,2	*Oncorhynchus kisutch*
	22	29,7	*Oncorhynchus mykiss*
	5	6,8	*Salmo salar, Oncorhynchus kisutch y Oncorhynchus mykiss*
	10	13,5	*Oncorhynchus kisutch y Oncorhynchus mykiss*
	7	9,5	*Salmo salar y Oncorhynchus mykiss*
	6	8,1	*Salmo salar y Oncorhynchus kisutch*
Total	**74**	**100%**	

En términos generales, el modelo productivo de los centros de reproductores comienza con la conformación de un plantel de reproductores que considera el número de líneas necesarias que permitan la producción de ovas y semen todos los años y en la cantidad requerida. Una hembra madura produce aproximadamente 1.100 ovas/kg y un macho maduro genera esperma suficiente para fertilizar de una y hasta diez hembras. Por lo general, para generar una nueva población de reproductores, se considera un macho por hembra y para generar una población de producción, se considera un macho por tres hembras. Para calcular la población inicial de reproductores (smolts) para la producción de ovas requeridas, se debe estimar el peso de las hembras al momento del desove; el porcentaje de hembras que se espera maduren; grilse, 2W o 3W (se reproducen después del

primer, segundo o tercer invierno en el mar, respectivamente), según sea la estrategia respecto a la madurez; estimar el porcentaje (%) de sobrevivencia hasta el momento del desove; considerar un factor de seguridad por pérdidas inesperada de peces y desoves de mala calidad; y, finalmente, considerar un numero adicional de peces para la selección de características fenotípicas u otras. Considerando todos los factores antes indicados, los planteles de reproductores mantienen en promedio 150.000 peces, de los cuales el 50% finalmente llega a desove, asegurando de esta manera una fecundidad de 60 a 80%.

Dentro de los manejos realizados en los centros de reproductores, se considera la implementación de programas de mejoramiento genético. De esta manera, de acuerdo a la información reportada por la industria salmonicultora, en Chile hay 10 empresas productoras que lo consideran, además existen 2 empresas dedicadas exclusivamente a la producción y entrega de material genético a la industria nacional.

La implementación de un programa de mejoramiento genético presenta varias ventajas entre la que destaca lograr el incremento simultáneo de varios caracteres de interés. Desde el punto de vista privado, las mejoras en los distintos caracteres de interés influyen directamente sobre el beneficio comercial los que determinan el coste de producción, así como aquellos otros que condicionan las preferencias del consumidor e, incluso, el bienestar animal. Desde el punto de vista gubernamental, el mejoramiento de ciertos caracteres de interés reportan beneficios que apuntan directamente al desarrollo sustentable de las actividades de acuicultura. El objetivo del mejoramiento debe ser definido para cada especie y para cada población. En general, todas aquellas características de importancia económica deberían estar incluidas en el objetivo de mejoramiento. Por esto, en salmones se incluyen caracteres relacionados con el crecimiento corporal, color y textura de la carne, edad a la madurez sexual, así como también la resistencia genética a enfermedades de tipo viral y bacteriano. Con todo lo anterior, cabe indicar que hoy los atributos más importantes para la competitividad de la industria salmonera en Chile requieren ser seleccionados en condiciones de cultivo, en su medio natural y no en condiciones distintas a él, ya que bajo estas condiciones es posible, en un corto periodo de tiempo, favorecer una mejor expresión del carácter de interés seleccionado.

3. Análisis de las distancias y otras disposiciones establecidas para centros de reproductores.

Actualmente, el artículo 23 A del D.S. (MINECON) N° 319 de 2001 establece que debe existir una distancia de 7 millas náuticas para los centros de reproductores con otros centros de mar, sean de cultivo o de acopio. Esta medida se fundamentó en la evidencia científica revisada dónde se señalaba, por ejemplo, que la distancia de 5 millas náuticas es eficiente para minimizar el contagio horizontal de enfermedades como ISAv para centros de engorda. Lo anterior, sumado a la importancia para la industria de mantener reproductores que provean ejemplares de calidad y empleando el principio precautorio, determinaron la consideración de dos millas náuticas adicionales de tal manera de disminuir el riesgo de presentación de enfermedades. Esta medida, en su esencia tuvo la lógica de evitar la propagación de enfermedades que podrían afectar a los reproductores en su estadía en el mar, afectando así a la descendencia a través de las ovas, suponiendo transmisión vertical.

En vista a dar cumplimiento a lo dispuesto en la normativa vigente, respecto de la determinación por parte de la Subsecretaría de áreas apropiadas para la acuicultura, las que debieran proveer de sectores que presenten distancias respecto de otros centros de cultivo, además de características oceanográficas y operativas que permitan que los centros de reproductores operen de forma independiente del resto de los centros de cultivo en mar, durante el año 2015, se realizaron los estudios respectivos para determinar y solicitar las autorizaciones correspondientes a fin de establecer áreas apropiadas para la acuicultura en una zona que cumpliera estas características, esto fue en la comuna de Tortel, en la XI Región de Aysén, con la intensión de utilizar 80 hectáreas de las aguas interiores del sector para el emplazamiento de centros de cultivo dedicados a la mantención de reproductores de salmones, sin embargo, este proceso no pudo concretarse debido a que la comunidad de Tortel definió que el turismo seria el eje central de su desarrollo y la actividad de acuicultura de especies salmónidas no se ajustaba a esa prioridad. Adicionalmente a lo anterior, debe agregarse la promulgación de la Resolución Exenta N°3264 del 28 de octubre de 2016, mediante la cual esta Subsecretaría determinó que no se recibirán a trámite nuevas solicitudes de acuicultura que consideren el cultivo de salmónidos en la XII Región de Magallanes, lo que restringe aún más sectores disponibles que permitan la operación de

los centros de reproductores que cumplan las con las distacias previamente establecidas en el reglamento.

Cabe señalar que las concesiones de acuicultura vigente para el cultivo de especies salmónidas, fueron otorgadas sin considerar las distancias señaladas, lo que dificulta o imposibilita identificar concesiones de acuicultura que cumplan con el requerimiento en cuestión.

En lo específico, en relación a las distancias y la dispersión de agentes patógenos, en vista del avance del conocimiento científico, en la actualidad existen varios estudios que indican las distancias que podrían recorrer los agentes patógenos. En un estudio realizado sobre el SRS (Salmon Rickettsia Syndrome) en nuestro país (Rees et al., 2014), se estimó que la distancia de transmisión del agente patógeno va desde los 7,5 a 10 kilómetros (4 y 5 millas náuticas respectivamente), esto considerando un centro de engorda en categoría de brote hacia otro de engorda. Adicionalmente otros autores (Jansen et al., 2012; Kristoffersen et al., 2013), estimaron medias de transmisión de hasta 30 kilometros (15 millas náuticas) para el Caligus, tanto para Noruega como para Chile, esto también para centros de engorda.

Bajo esta premisa, y sin desestimar el enfoque precautorio de las distancias establecidas entre centros, ACS y macrozonas, la adopción de otras de medidas se vuelve fundamental para disminuir el riesgo de eventos sanitarios no deseados.

Así las cosas, cabe destacar que los reproductores, además de estar sujetos a las medidas específicas y generales establecidas por el RESA, están sujetos a las disposiciones establecidas por la Resolución Exenta (SERNAPESCA) N° 70 de 2003, correspondiente al Programa Sanitario General de la reproducción de peces, a partir del cual los reproductores deben ser analizados individualmente respecto de las enfermedades de alto riesgo.

Adicionalmente, en cuanto a la operación de los centros de reproductores, es preciso indicar que éstos operan con un número de peces considerablemente menor respecto de un centro de engorda, los que están alrededor de 200.000 y 1.000.000, respectivamente. En los centros de reproductores esta población inicial disminuye de manera considerable durante

el periodo de mantención llegando a eliminarse cerca del 90% de la población inicial, generándose una reducción de ejemplares en forma constante durante el ciclo productivo. Los reproductores son sometidos a una presión de muestreo para efectos sanitarios mucho mayor, si se compara a lo que ocurre con los peces de producción, debido no solo al cumplimiento de los programas de vigilancia oficial, sino además a los manejos propios de estos centros como determinación de maduración, sexaje, y eliminación por selección, entre otros, estimándose que la intensidad de muestreo en los reproductores es 66,5 veces más respecto de un grupo de producción. De esta manera, en vista al bajo número de peces que mantienen los centros de reproductores y a la intensidad de muestreos a los que están sometidos, es posible señalar que la probabilidad de detectar agentes infecciosos es mayor, a la vez que la probabilidad de que estos ejemplares presenten una enfermedad, y sean diseminadores de la misma es igualmente menor, en atención a la biomasa que mantiene cada centro de cultivo, la cual es comparativamente menor a la de un centro de cultivo dedicado a la engorda de ejemplares.

4. Información sanitaria de reproductores

Durante la etapa de producción de salmónidos, incluidos los peces destinados a la reproducción, lo ejemplares pueden verse afectados por diferentes enfermedades de alto riesgo. De acuerdo al Programa de Vigilancia Pasiva (PVA) del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), los principales diagnósticos en agua dulce corresponden a Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN) y la Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD), mientras que los principales diagnósticos en mar son Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN), Piscirickettsiosis (SRS) y Piscine reovirus (PRV).

Por otra parte, de acuerdo al Programa Sanitario General de Manejo Sanitario de la Reproducción de Peces (PSGR), los reproductores son analizados individualmente durante el screening para las enfermedades Anemia Infecciosa del Salmón (ISA), Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN) y Renibacteriosis (BKD).

De acuerdo a lo reportado por Sernapesca a partir de los resultados de dicho Programa, durante el año 2015, se analizaron 89.261 reproductores de salmónidos para los patógenos ISAv, BKD e IPNv, cuyos resultados detallados por especie y sexo, se muestran en la tabla N° 2.

Tabla N° 2. Número de reproductores analizados y resultados de análisis por especie y sexo, PSGR 2015.

Especie	N° de machos	N° de hembras	% machos positivos ISAV	% hembras positivos ISAV	% machos positivos IPNV	% hembras positivos IPNV	% machos positivos BKD	% hembras positivos BKD
S. Atlántico	3.111	32.821	1,7%	0,8%	0,2%	0,2%	1,5%	1,0%
S. coho	3.850	29.391	0,0%	0,0%	2,1%	2,2%	2,2%	2,7%
T. acoiris	2.574	17.514	0,0%	0,0%	1,8%	1,6%	0,1%	0,1%
Total	9.535	79.726	0,6%	0,3%	1,4%	1,2%	1,4%	1,4%

Respecto de los resultados obtenidos a partir de los screening realizados entre enero y octubre de 2016, Sernapesca informó que durante ese periodo se analizaron individualmente 279.216 reproductores, de los cuales el 88,6% correspondieron a hembras (247.353) y 11,4% a machos (31.863). Los principales diagnósticos positivos se obtuvieron para ISA y BKD en hembras de las tres especies de salmónidos, correspondiente al 0,75% y 0, 76%, respectivamente, del total de hembras muestreadas, estos resultados se muestran en la tabla N° 3.

Tabla N° 3. Número de reproductores analizados y resultados de análisis por especie y sexo, PSGR Enero – octubre 2016.

Especie	N° de machos	N° de hembras	% machos positivos ISAV	% hembras positivos ISAV	% machos positivos IPNV	% hembras positivos IPNV	% machos positivos BKD	% hembras positivos BKD
S. Atlántico	8.202	93.849	2,8%	2,0%	0,1%	0,1%	0,4%	0,4%
S. coho	13.467	105.363	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,6%	1,4%
T. acoíris	10.194	48.141	0,0%	0,0%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%
Total	31.863	247.353	0,72%	0,75%	0,15%	0,11%	0,40%	0,76%

5. Antecedentes complementarios (vitelogénesis)

Es bien sabido que las condiciones de confinamiento juegan un rol importantísimo en el desempeño reproductivo de la especies en producción, incluidos los peces. Varias especies de peces exhiben disfunciones reproductivas cuando son criadas en cautiverio. Estas disfunciones probablemente resultan de la combinación del estrés inducido por la cautividad (Sumpter y col 1994, Pankhurst y van der Kraak 1997) y la falta de un ambiente adecuado para el desove natural (Zohar 1989a,b, Yaron 1995, Battaglene y Selosse 1996, Ohta y col 1997). Los peces criados en cautividad generalmente exhiben un acelerado crecimiento y maduración, sin embargo este ambiente puede fallar en proveer los cambios cíclicos requeridos para completar el ciclo reproductivo (Linares-Casenave y col 2002).

Comúnmente, las hembras inician el desarrollo gonadal en forma normal, pero no alcanzan la maduración final del oocito, la ovulación y/o la puesta (Zohar 1988, Peter y col 1993). Los machos, por su parte, aunque mucho más resistentes a las condiciones ambientales del cultivo y al estrés producido por éste, producen un menor volumen de semen, o bien éste es de mala calidad (Billard 1986, 1989).

El estrés del cautiverio en los peces puede afectar, además de la reproducción, al sistema inmune y el crecimiento. Así, se alteran varios niveles del sistema endocrino, afectando, desde el punto de vista reproductivo, el desarrollo de gametos y su calidad, alterando la sobrevivencia de huevos y larvas y su desarrollo (Foo y Lam 1993, Campbell y col 1994, Pankhurst y Van der Kraak 1997, Schreck y col 2001, Wagner y col 2002).

Factores externos como la temperatura, luz y salinidad juegan un papel preponderante en la maduración, ovulación y puesta, debido a su profunda influencia sobre la sensibilidad folicular, ya que se requieren señales ambientales precisas para su sincronización (Ekcstein 1975, Daettlaff y Davydova 1979, Sower y col 1982, Arantes y col 2010). La temperatura afecta el desarrollo gonadal a través de la acción directa sobre la gametogénesis, la secreción de hormonas hipofisiarias, la tasa de depuración hormonal, la respuesta del hígado a los estrógenos y, finalmente, sobre la respuesta de las gónadas a la estimulación (Zanuy y Carrillo 1987).

Las manipulaciones foto-térmicas aplicadas a los peces reproductores mantenidos en cautiverio producen cambios significativos en la calidad del semen de trucha arcoíris, incluyendo reducciones en la densidad espermática, pH, osmolaridad y en los patrones de motilidad (Dabrowski et al., 1996; Ciereszko et al., 1998). Este problema es frecuentemente observado en machos de salmónidos cultivados bajo condiciones artificiales de luz y salinidad, sólo en agua dulce (Valdebenito et al., 2013).

Generalmente, las condiciones estresantes del cultivo afectan en forma más marcada a las hembras que a los machos (Estay 1988), produciendo alteraciones que según Zohar y Mylonas (2001) pueden alcanzar los siguientes niveles:

- Ausencia de desarrollo gonadal. Los ejemplares en condiciones de cultivo no alcanzan a desarrollar la vitelogénesis ni espermatogénesis (Fontaine 1975, Zohar y Mylonas 2001).

- Ausencia de la maduración final de los oocitos. Este es uno de los problemas más frecuentes observados en las especies de interés comercial para la acuicultura. Las hembras parecen iniciar normalmente el proceso de vitelogénesis, pero al comienzo de la estación de puesta los oocitos postvitelogénicos detienen su maduración final y se transforman en atrésicos.

- Ausencia de desove. Las especies que presentan este problema pueden desarrollar normalmente la vitelogénesis, la maduración final de los oocitos y la ovulación, pero no son capaces de realizar la puesta (Gordon y col 1987, Zohar y Mylonas 2001). Debido a lo anterior, los oocitos maduros deben ser extraídos manualmente desde la cavidad abdominal de la hembra (Edwards 1978, Gordon 1987, Estay y col 1994 y Estay y col 1995ab). La viabilidad de los oocitos mientras se encuentran en la cavidad abdominal es dependiente de la temperatura y muy variable entre una especie y otra. Por ejemplo, en salmónidos alcanza varios días (Gordon y col 1987) y en otras especies como tilapias y lenguados, sólo de algunas horas (Bromage 1995).

En vista a la necesidad de gametos de alta calidad, el medio ambiente bajo el cual se mantienen los reproductores antes de la reproducción es vital y a menudo se convierte en un factor estresante. Las prácticas comunes asociadas al cultivo tales como transporte, manipulación, limpieza, densidades y problemas con la calidad del agua (por ejemplo gases), son factores de estrés que pueden influir negativamente en la reproducción.

Si bien, las etapas de la gametogénesis en salmónidos están bien descritas en la literatura, no existe información concreta respecto a la duración de cada una de éstas, sin embargo, a partir de la información analizada, es posible indicar que el tiempo que transcurre entre el inicio de la gametogénesis, la ovulación y desove es de aproximadamente 12 meses. De esta manera, se debe considerar que el periodo más crítico para el éxito de la reproducción es un año antes del desove/fertilización y, por tanto, es recomendable que durante este periodo se restrinja al máximo la exposición de los peces reproductores a factores estresantes como los antes indicados.

La calidad de los gametos de los peces en cultivo, medida en el número de huevos desovados, tamaño de los huevos, mortalidad de huevos, tamaño de los alevines y porcentaje de mortalidad de alevines, es el resultado de un grupo de factores, que van desde el medio ambiente a factores genéticos y cuya interacción determina la capacidad que tendrá la descendencia para convertirse en individuos capaces de sobrevivir a las condiciones de cultivo.

A partir de lo anterior y de acuerdo a información recogida desde la industria productora de salmones, existen claras diferencias en la calidad de los gametos obtenidos, según las condiciones y el tipo de agua en que son mantenidos los peces reproductores. Así, al comparar el resultado de ovas obtenidas de ciclo abierto (centros emplazados en mar) y ovas de ciclo confinado (pisciculturas), usando para ello las mismas generaciones, centros similares, mismo proveedor de dietas y aplicando los mismos esquemas productivos, se observó que los resultados productivos a nivel de fertilidad (%) son más variables y menos predictibles para los grupos de ciclos cerrados. Por otra parte, respecto de la mortalidad hasta primera alimentación, se observó que, en promedio, los peces de ciclo abierto tuvieron una mortalidad un 50% menor respecto de los peces de ciclo cerrado. Al realizarse el análisis químico proximal a los óvulos de hembras, se pudo apreciar que existen diferencias en los componentes de éstos, observándose que los óvulos de ciclo cerrado tienen hasta un 34% menos de grasa y un 12% menos de proteína en comparación con aquellos de ciclo abierto.

6. Modificaciones propuestas al D.S. (MINECON) N°319 de 2001.

De acuerdo a lo expuesto en el presente documento, en atención a que a la fecha no ha sido posible dar cumplimiento a lo establecido en al actual Párrafo 2°, y en particular en los artículos 23 y 23 A del D.S. (MINECON) N° 319 de 2001, se proponen las siguientes modificaciones a este Párrafo, en el sentido de establecer requisitos para una alternativa de operación de este tipo de centros de cultivo, dada su importancia en el desarrollo de la acuicultura, creando de esta forma una nueva figura de centros de reproductores con

programa de mejoramiento genético, de tal forma de potenciar el desarrollo de la acuicultura a través del desarrollo de esta área de las ciencias biológicas.

La propuesta considerada los siguientes lineamientos:

I. Requisitos para los centros de cultivo emplazados en bienes de uso de público que sean destinados a la reproducción de especies salmónidas.

II. De la presentación del programa de mejoramiento genético de reproductores.

III. Del contenido mínimo del programa de mejoramiento genético de reproductores

IV. De las medidas excepcionales al RESA aplicables a los centros de cultivo emplazados en mar destinados exclusivamente a la reproducción de especies salmónidas.

V. De los titulares que requieran realizar programa de mejoramiento genético.

VI. Otras modificaciones requeridas.

VII. Transitoriedad.

VIII. Otras consideraciones.

A continuación se presenta el desarrollo de la propuesta modificación;

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Gobierno de Chile

I. Requisitos para los centros de cultivo emplazados en bienes de uso de público que sean destinados a la reproducción de especies salmónidas:

1. El proyecto técnico de la concesión deberá considerar la mantención de reproductores de cualquiera de las especies del grupo salmónidos. Adicionalmente, deberá contar con una declaración referida a que la concesión formará parte de un programa de mejoramiento genético de reproductores, el cual, cuando corresponda deberá ser aprobado por resolución de Subpesca, de acuerdo con los requisitos y condiciones establecidas en el reglamento.

2. Cumplir con distancias respecto de otros centros de cultivo y acopio de especies salmónidas, debiendo a la vez cumplir con un número máximo de ejemplares a ser mantenidos, de acuerdo a lo siguiente:

   - Distancias de al menos 2,5 millas náuticas respecto de otros centros de cultivo de especies salmónidas emplazados en bienes de uso público, sean de reproductores, engorda, smoltificación o acopio. El máximo número de peces a mantener podrá ser de 300.000 ejemplares.

   - Distancias menor a 2,5 millas náuticas respecto de otros centros de cultivo de especies salmónidas emplazadas en bienes de uso público, sean de reproductores, engorda, smoltificación o acopio. El máximo número de peces a mantener podrá ser de 200.000 ejemplares.

3. Cumplir con toda otra normativa sectorial aplicable a las concesiones de acuicultura.

II. De la presentación del programa de mejoramiento genético de reproductores.

1. Deberá ser presentado ante la Subsecretaría por el titular de una concesión que requiera desarrollar un programa de mejoramiento genético, al menos, 6 meses antes del inicio de la operación programada. Deberá indicar el plazo de ejecución del mismo.

2. La Subsecretaría tendrá un plazo máximo de dos meses para pronunciarse mediante resolución. En los casos que la solicitud dé cabal cumplimiento a los contenidos mínimos exigidos, la Subsecretaría aprobará el programa y deberá establecer una frecuencia de entrega de informes de avance de dicho programa, en atención a la metodología que cada programa presente. En los casos que falten antecedentes para el pronunciamiento, la Subsecretaría remitirá carta al titular para que complemente la solicitud en el plazo máximo de 20 días hábiles. En los casos que existan inconsistencias o faltas graves se rechazará la solicitud.

3. En atención a los resultados obtenidos, se podrá ampliar el plazo de ejecución del programa, previa solicitud del titular y con el correspondiente pronunciamiento de la Subsecretaría. Para lo cual se considerarán los plazos señalados previamente.

III. Del contenido mínimo del programa de mejoramiento genético de reproductores.

1. Deberá contar con registro genealógico el cual debe indicar la o las características fenotípicas que se requieren trabajar.

2. Deberá contar con un sistema de identificación por cada ejemplar que será mantenido en mar.

3. Deberá indicar el diseño de las actividades a desarrollar, objetivos, metodología, resultados esperados, especie o especies, según corresponda, y número de ejemplares máximo que considerará el programa.

4. Deberá indicar el o los centros de cultivo que serán parte del programa, incluidas las pisciculturas, las cuales en su proyecto técnico deberán considerar la etapa de reproducción.

5. En el caso de centros de cultivo que sean de una titularidad diferente, para considerarlos dentro del programa de mejora genética, deberá existir un contrato de arriendo debidamente inscrito ante la Subsecretaría.

6. Deberá contener cualquier otra información que el titular considere relevante incluir para los fines de su programa propuesto.

IV. De las medidas excepcionales al RESA aplicables a los centros de cultivo emplazados en mar destinados exclusivamente a la reproducción de especies salmónidas.

1. Podrán exceptuarse del descanso sanitario coordinado de la ACS en la cual se encuentre emplazada.

2. Podrán exceptuarse de la ventana de siembra.

3. No estarán sometidos a las disposiciones establecidas en el Título XIV del D.S. (MINECON) N° 319 DE 2001, ni a otras asociadas a éste (artículo 24).

4. La densidad de cultivo podrá ser establecida por la Subsecretaría mediante resolución.

5. Se podrá autorizar el traslado de ejemplares hacia centros emplazados en tierra cuyo proyecto técnico considere la etapa de reproducción, en cualquier momento, mientras esté vigente el programa y el o los centros estén contenidos en él. Con todo, el titular deberá trasladar los peces a centros emplazados en tierra previo al desove. Estos traslados deberán cumplir con las condiciones sanitarias y certificaciones que el Servicio establezca en uno o más de los programas a los que se hace referencia en el artículo 12 del reglamento.

6. Podrán trasladar ejemplares a centros emplazados en tierra, cuyo proyecto técnico considere la reproducción, sin considerar el plazo de permanencia previo al desove indicado en el Artículo 23 D del D.S. (MINECON) N° 319 de 2001. Estos traslados deberán cumplir con las condiciones sanitarias y certificaciones que el Servicio establezca en uno o más de los programas a los que se hace referencia en el artículo 12 del reglamento.

7. Se podrá autorizar el traslado de ejemplares entre centros emplazados en mar, en cualquier momento, mientras esté vigente el programa y el o los centros estén contenido en él, respetando en todo momento el número máximo de ejemplares a mantener que corresponda. Estos traslados deberán cumplir con las condiciones sanitarias y certificaciones que el Servicio establezca en uno o más de los programas a los que se hace referencia en el artículo 12 del reglamento.

V. De los titulares que requieran realizar programa de mejoramiento genético.

1. El titular de un centro de cultivo emplazado en bien de uso público, cuyo proyecto técnico considere la mantención de reproductores, que desee operar bajo la figura de "centro de cultivo destinado exclusivamente a la reproducción de especies salmónidas", deberá solicitar una modificación de su proyecto técnico, en el sentido

de indicar a través de un documento formal que la Subsecretaría dispondrá al afecto, que la concesión de su titularidad formará parte de un programa de mejoramiento genético de reproductores aprobado por resolución de Subpesca de acuerdo con los requisitos y condiciones establecidas en el reglamento.

2. Sin perjuicio de ello, en el tiempo intermedio, el titular del centro de cultivo podrá operar bajo la figura de centro de cultivo destinado exclusivamente a la reproducción de especies salmónidas siempre y cuando cuente con una resolución de Subpesca que apruebe un programa de mejoramiento genético de reproductores. La Subsecretaría considerará la iniciación del trámite antes señalado para pronunciarse respecto el programa genético en cuestión.

3. Para ello, el titular deberá presentar su programa de mejoramiento genético de reproductores en el plazo establecido en el numeral II y dar cumplimiento a los contenidos mínimos establecidos en el numeral III.

4. Al titular que cuente con un programa de mejoramiento genético de reproductores aprobado por Subpesca, le aplicarán las distancias y el número máximo de ejemplares establecidos en el numeral I.

5. Previo al inicio de la operación, cuando se trate de un centro que previamente hubiese sido operado para una etapa de producción diferente a la reproducción, el centro de cultivo en cuestión deberá realizar un vacío sanitario de, al menos 6 meses, considerando lo indicado en artículo 23 R del RESA.

6. La Subsecretaría evaluará, a través de la entrega de informes de avance, la correcta ejecución del programa genético.

7. La Subsecretaría dejará sin efecto la resolución que aprueba un programa de mejoramiento genético de reproductores en los casos en que el titular no dé cumplimiento a lo comprometido en dicho programa. En este caso, el titular podrá operar con reproductores, siempre que así conste en su proyecto técnico, respetando las distancias contenidas en el art. 23A del RESA, sin poder optar a ninguna excepción del reglamento.

VI. Otras modificaciones requeridas.

1. Los centros de cultivo que estén incorporados en un programa de mejoramiento genético, cuando requieran operar bajo la modalidad de engorda, no se les considerará la estadística generada como centro de reproducción en lo que compete al título XIV del D.S. (MINECON) N° 319 de 2001. Para tal caso, se considerará que el centro de cultivo iniciará o reiniciará su actividad de engorda sometiéndose a la densidad de cultivo de la ACS en la cual se encuentre emplazado.

2. Eliminar requerimiento de que centros de reproductores en mar sean sometidos a las disposiciones de centros de experimentación (artículo 23).

3. Eliminar la posibilidad de trasladar especies de *Oncorhynchus kisutch* y *Oncorhynchus tshawytscha* desde centros de engorda a piscicultura para reproducción (Eliminar Artículo 23 C).

4. Prohibir el traslado de peces de las especies del grupo salmónidos desde centros de engorda emplazados en mar hacia pisciculturas, independiente del fin (Modificar Artículo 23 D, inciso 3).

5. Excepcionalmente se podrá autorizar el traslado de ejemplares desde centros de engorda, cuando se indique la necesidad de rescatar alguna característica fenotípica de interés, lo cual deberá ser autorizado mediante el reglamento que hace alusión el artículo 67 quinquies de la ley, lo que en todo caso no podrá superar los 1.000 ejemplares.

6. Prohibir el desarrollo de pruebas o desafíos de campo relacionadas con temas sanitarios en centros de reproductores emplazados en bienes de uso público. Solo se autorizará la realización de ensayos que no presenten riesgos desde el punto de vista sanitario ni ambiental.
   Las actividades asociadas a pruebas o desafíos de campo relacionadas con temas sanitarios o ambientales deberán ser autorizadas bajo la figura que establece el reglamento al que hace alusión el artículo 67 quinquies de la ley.

7. Cuando un centro de reproductores retome actividades de cultivo diferentes a la reproducción, antes de realizar la siembra de nuevos ejemplares, deberá cumplir con lo establecido en artículo 23 R y someterse al descanso coordinado de la ACS correspondiente.

VII. Transitoriedad

1. Por el plazo de un año, contado desde la fecha de publicación de la presente modificación, se podrá continuar trasladando ejemplares de las especies de *Oncorhynchus kisutch* y *Oncorhynchus mykiss* desde centros de engorda hacia pisciculturas con fines de reproducción.

2. En los casos en que a la fecha de publicación de la presente modificación un titular esté operando un centro de cultivo emplazado en mar destinado exclusivamente a la reproducción de especies salmónidas y cuente con un programa de mejoramiento genético, deberá en el plazo máximo de 48 horas realizar una comunicación simple a la Subsecretaría. De esta forma se entenderá podrá mantener los ejemplares en el centro emplazado en mar que se trate. No obstante, en un plazo máximo de 2 meses el titular deberá presentar ante la Subsecretaría el programa de mejoramiento genético de reproductores que tenga en ejecución, el que en todo caso deberá dar cumplimiento a los contenidos mínimos establecidos en los numerales I y III. En caso que el centro en mar supere el número de peces establecidos para la autorización, se deberá ajustar al número máximo al que corresponda. La Subsecretaría se pronunciará en la forma y plazos establecidos en el numeral II.

3. En los casos en que a la fecha de publicación de la presente modificación, un titular esté operando un centro de cultivo emplazado en mar con reproductores, y no cuente con un programa de mejoramiento genético, podrá mantener los ejemplares en dicha concesión hasta por el plazo de un año. Para acogerse a esta medida, el titular deberá comunicar a la Subsecretaría el hecho de encontrarse en la situación descrita, en un plazo máximo de 48 horas, debiendo además en el plazo de 1 mes iniciar la modificación del proyecto técnico que incluya una declaración referida a que la concesión formará parte de un programa de mejoramiento genético de reproductores, lo que igualmente debe ser comunicado a la Subsecretaría. En el tiempo intermedio, el titular deberá presentar a la Subsecretaría un programa de mejoramiento genético de reproductores en el plazo establecido en el numeral II y dar cumplimiento a los contenidos mínimos establecidos en el numeral I y III.

Con todo, en caso que el centro en mar supere el número de peces establecidos para la autorización, se deberá ajustar al número máximo al que corresponda según lo establecido en el numeral 1. La Subsecretaría se pronunciará en la forma y plazos establecidos en el numeral II.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Gobierno de Chile

VIII. Otras consideraciones

1. En relación con el cumplimiento de los niveles mínimos de operación establecidos mediante D.S. (MINECON) N° 383 de 2007, se deberá considerar que para el caso de los centros de cultivo emplazados en bienes de uso público destinados exclusivamente a la reproducción de especies salmónidas, el nivel mínimo de operación corresponderá al 25% del número de ejemplares destinados anualmente a la reproducción.

SUBSECRETARIA DE ECONOMIA - SUBS. DE PESCA Y ACUICULTURA
DIVISION DE ACUICULTURA

EUGENIO ZAMORANO VILLALOBOS

Jefe División de Acuicultura

ABP/MAAG /maag.

BIBLIOGRAFÍA

Caballero Pablo. 2013. Biología y ecología del Salmón Atlántico (Salmo salar) y el Reo o Trucha de mar (Salmo trutta) en Galicia.

Contreras-Sinchez, W.M; Schreck, C.B; Fitzpatrick, M.S. and Pereira, C.B. 1998. Effects of Stress on the Reproductive Performance of Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss). Bbiology of reproduction 58, 439-447.

Estay, F; Colihueque, N. and Araneda, C. 2012. Comparison of Oogenesis and Sex Steroid Profiles between Twice and Once Annually Spawning of Rainbow Trout Females (Oncorhynchus mykiss). The Scientific World Journal. Volume 2012, Article ID 986590, 7 pages.

Estay, F; Neira, R; Diaz, N; Valladares, L and Torres, A. 1998. Gametogenesis and Sex Steroid Profiles in Cultured Coho Salmon (Oncorhynchus kisutch, Walbaum). The Journal of Experimental Zoology 280:429-438 (1998).

Jansen, P; Kristoffersen, A; Viljugrein, H; Jimenez, D; Aldrin, M and Stien, A. 2012. Sea lice as a density-dependent constraint to salmonid farming. Proc. R. Soc. B (2012) 279, 2330-2338. Doi:10.1098/rspb.2012.0084. Published online 8 February 2012.

Kristoffersena, A.B; Reesc, E.E; Stryhnc, H; Ibarrad, R; Campistod, J.-L. Reviec, C.W; Hilairec, S. St. 2013. Understanding sources of sea lice for salmon farms in Chile. PREVET (2013), http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.03.015

Rees, E; Ibarra, R; Medina, M; Sanchez, J; Jakob, E; Vanderstichel, R and St-HilaireJansen, S. 2014. Transmission of Piscirickettsia salmonis among salt water salmonid farms in Chile. Aquaculture 428-429 (2014) 189-194.

Valdebenito, I; Fletcher, C; Vera, V; Fernández, J. 2009. Factores fisicoquímicos que regulan la motilidad espermática en peces: aspectos básicos y aplicados. Una revisión. Arch Med Vet 41, 97-106 (2009).

Valdebenito, I; Gallegos, P and Effer B. 2013. Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors. Zygote: page 1 of 21 c_ Cambridge University Press 2013.

Valdebenito, I; L, Paiva; Berland, M. 2011. Atresia folicular en peces teleósteos: una revisión. Arch Med Vet 43, 11-25 (2011).

Yáñez, J.M; Martínez, V. 2010, Factores genéticos que inciden en la resistencia a enfermedades infecciosas en salmónidos y su aplicación en programas de mejoramiento. Arch Med Vet 42, 1-13 (2010).