



INNOVA CHILE

Corporación de Fomento de la Producción
CHILE

INNOVA CHILE

INFORME FINAL DE CONSULTORÍA
ESPECIALIZADA

Código N°206-5863

TÍTULO DE LA CONSULTORÍA:

ANÁLISIS DE ESTADO ACTUAL Y DESARROLLO DE
UN PROGRAMA DE ESCALAMIENTO PARA EL
CULTIVO DE LA MERLUZA AUSTRAL.

FUNDACIÓN CHILE
Febrero 2007

<p>c.o61f.JUVO Hc OIHL CORFO</p> <p>INNOVA CHILE</p>	<p>Corporación de Fomento de la Producción CHILE</p> <p>INNOVA CHILE</p> <p>1. Contenido Informe Final</p> <p>1.1 Fecha de realización de consultoría 1.2 Identificación de la empresa beneficiaria 1.3 Grado de cumplimiento del programa 1.4 Logros del proyecto 1.6 Resultados y conclusiones Apéndice 1. Listado de Material recopilado Apéndice 2 Selección de Figuras Relevantes Apéndice 3 Informe Final del Consultor</p> <p>2. Informe de rendición de desembolsos</p> <p>ANEXO N°1 Cuadro Resumen Desembolsos ANEXO N°2 Rendición de Desembolsos</p>
---	--

1.1. Fecha de realización de la consultoría:

<p><u>Visita a Chile:</u> 6 de Enero de 2007 al 16 de Enero de 2007.</p>
<p>Trabajo de análisis y preparación de informe: 17 de Enero de 2007 al 31 Enero de 2007.</p>

12 Identificación de la Empresa Beneficiaria

RAZON SOCIAL EMPRESA FUNDACION CHILE	RUT
DRECCION	CODIGO POSTAL
COMUNA VITACURA	CIUDAD SANTIAGO
FONOS	REGION METROPOLITANA
RESPONSABLE DE LA EMPRESA ANTE INNOVA CHILE Gustavo Parada Rebolledo	RUT

1.3. Grado de cumplimiento del programa de actividades

El programa en general cubrió todos los tópicos previstos, Los matices se fueron generando en la medida que se fueran generando focos de atención prioritaria. Los temas prioritarios fueron tratados en mas de un día mientras que otros de redujeron en su extensión. La tabla 1 muestra el listado de temas tratados.

<p>Sabado 6, Enero de 2007.</p>	<p>925 11:30 14:00</p>	<p>Legada a en AF4006 Santiago Continua Viaje a Puerto Montt. Reunión con Gustavo Parada. Tópico: Revisión general de datos historicos del proyecto merluza.</p>	
<p>Domingo 7,</p>	<p>12:00</p>	<p>Continúa discusión en reVISIOn de datos históricos del proyecto merluza.</p>	

<p>Lunes 8 a Viernes 12</p>	<p>8:30 @ 18:30</p>	<p>Se inicio con la revisión del plan de visita en Quillaipe, Recorrido de las instalaciones.</p> <p>Luego se revisaron los siguientes tópicos:</p> <p>Reunión de trabajo: Reproductores ../ captura reproductores ../ nutrición ../ maduración</p> <p><u>Reunión de trabajo: Desove</u> ../ Procedimientos de desoves y resultados ../ Incubación, desarrollo, mediciones, condiciones ambientales. muestras. ../ Eclosión, deformidades, sincronización y calidad. ../ Absorción de saco vitelina ../ Manejos, recuentos y otros procedimientos</p> <p>Reunión de trabajo: deshabitación ../ Alimentos utilizados. TamaFlos, composición y criterios ../ Forma de alimentar, cantidad, periodos, velocidad, cantidades. ../ Condiciones ambientales, densidades y efectividad ../ Efectos medidos.</p> <p>Reunión de trabajo: Juveniles ../ Transferencia a sala pre-engorda ../ Alimentación y nutrición ../ Tipo de pellet ../ Patologías ../ Condiciones ambientales</p> <p>Reunión de trabajo: Cultivo larval ../ Criterio de transferencia ../ Inicio de la alimentación ../ Tipo de alimento ../ Condiciones ambientales ../ Efectos observados ../ Experimentos realizados ../ Microbiología ../ Mortalidad</p> <p>Reunión de trabajo: Estrategia ../ Revisión de propuestas: o Reproductores o Producción de ovas o Cultivos larvales o Nutrición Alimento Vivo o Nutrición Formulados o Trabajos I+D de soporte o Ambiente o Salud</p>	<p>Personas involucradas:</p> <p>R.Aiderson G.Parada A.Velez R.Lewis M.Hevia</p>
-------------------------------------	-----------------------------	---	--

INNOVA CHILE- CORFO

Sábado 13	18:15	Regreso a Santiago	R.Aiderson G.Parada A.Velez
Domingo 14	8:30 @ 18:30	Salida a Tongoy Vía Terrestre	R.Aiderson G.Parada A.Velez
Lunes 15	8:30 16:30 22:00	<u>Visita y reunión en Granjamar</u> Visita general de la planta, revisión de los procesos de mantención de reproductores, producción de ovas, cultivo larval y nursery. Reunión con staff técnico y discusión de resultados históricos, rendimientos, temas sanitarios, cambios realizados en los últimos 10 años y efectos observados Salida a Stgo vía terrestre Reunión final de redondeo.	R.Aiderson G.Parada A.Velez Roberto Avila
Martes 16		Salida a Escocia	
Otra actividad Jueves		El doctor Alderson realizó una presentación de la historia del desarrollo del cultivo de Turbot, en la cual él y otros investigadores realizaron en los albores del desarrollo de ese cultivo. Los temas relevantes que se desprenden de su presentación correspondieron a plantear y/o describir cuales fueron las motivaciones institucionales, como el desconocimiento, el talento, los valores, las visiones personales y el azar van jugando y generando una historia de éxito o fracaso. Cuales son los destinos finales de los resultados del proyecto	Asistió: • Todo el personal Técnico de Quillaípe • Estudiantes en práctica de varias universidades, • Estudiantes Italianos del programa de Magister de la universidad Austral de Chile Universidad de Génova y Universidad de Palermo.

1.4. Logros destacables del proyecto de Consultoría Especializada

La consultoría fue una gran oportunidad para plantear y confrontar hipótesis sobre los varios temas que se consideran como relevantes en el desarrollo de la tecnología de producción de merluza austral. Como es sabido, el proyecto ha pasado por un proceso que se puede resumir de la siguiente manera:

- I. Periodo de captura y mantención en balsas jaula. Este periodo merluzas fueron capturadas y mantenidas en balsas jaula en un centro de cultivo habilitado para este propósito en la XI región en la isla Chaculay. Los principales resultados de esta operación que se efectuó durante los años 1997 y 2001, fue la generación de técnicas para la captura de merluzas vivas a profundidades mayores a 100m, a la observación de comportamiento en balsa jaula y a la determinación de curvas de crecimiento de peces en balsas jaula alimentados con carnaza de pescado. Estos datos mostraron velocidades de crecimiento consideradas razonables con su cultivo. Sin embargo, las técnicas desarrolladas para realizar captura de peces vivos y su posterior mantención y acondicionamiento reproductivo, que durante los años 2000 a 2004 dieron razonables resultados para realizar estudios de reproducción en pequeña escala, no están generando buenos resultados en el proceso de escalamiento.

11. Proceso de desarrollo de tecnología para obtención reproductores y producción de gametos. Este proceso se podría considerar iniciado en el año 2001 cuando se estableció en Quillaipe la primera hatchery experimental para merluza, aunque el equipo estuvo practicando desoves e incubaciones utilizando los animales capturados e incubaciones de ovas en sistemas improvisados antes del 2001. El proceso de desarrollo a partir de 2001, se basó en la aplicación de uno de los procesos estándares para la producción de gametos que corresponde a el acondicionamiento de reproductores capturados, el seguimiento de el desarrollo gonadal de las hembras, y la inducción de la hidratación final utilizando conocidas preparaciones hormonales LHRH en presentación implante de liberación lenta, culminando con un desove manual de la hembra. El proceso aplicado se fue mejorando durante los años 2001 a 2004 lo que se atribuye principalmente a una serie de cambios aplicados a la metodología de los cuales podemos nombrar una mejor determinación del momento de la inducción y la dosificación de LHRH, a una mejor predicción del momento de la operación de desove manual (striping), a mejoras realizadas en el sistema de mantención de los reproductores en cuanto al control de la temperatura de mantención de los peces capturados y al manejo del foto-periodo en forma artificial, y a la introducción de alimentos formulados para reproductores marinos que fueron trasladados de aplicaciones a la nutrición de otras especies marinas proveniente de desarrollo europeo. Aunque el proceso de producción de ovas pareciera dar resultados razonables a nivel experimental, el escalamiento de la operación con un consecuente aumento del número de animales manejados y la carga de animales al sistema generó en los años 2005 y 2006, un empeoramiento de los parámetros productivos y una caída de la cantidad de ovas, la calidad de estas, y la predictibilidad de los desoves.

111. Proceso de incubación y cultivo larval. El desarrollo de este proceso se realizó en base a ovas obtenidas por inducción y striping, y fecundadas con semen de probada calidad determinada por su motilidad y extraído de machos seleccionados. La incubación se realizó en estanques cilindro-cónicos de 250L con hasta 250.000 ovas fertilizadas por estanque. Se determinó la temperatura apropiada para la incubación de ovas hasta la eclosión y el proceso posterior de absorción de saco vitelino que se realiza en estanque del mismo diseño a la mitad de la densidad. Los resultados alcanzados en esta fase son altamente satisfactorios, el diseño del sistema de incubación y su operación está bastante depurada, siendo los resultados buenos cuando la calidad de la provisión de ovas es buena. Numéricamente los niveles de eficiencia alcanzados en esta etapa son 82% de fertilización, 68% de supervivencia en la incubación, 86% de eclosión exitosa, y

82% de supervivencia desde eclosión a primera alimentación. Esto significa que, cuando se cuenta con ova de buena calidad, el proceso desarrollado hasta el momento rinde unas 100.000 larvas de primera alimentación cada lote de 250.000 ovas.

- IV. Cultivo Larval. Esta etapa del proceso ha sido (y es prácticamente en todas las especies marinas) la que ha presentado mayores dificultades de desarrollo. Valores de supervivencia promedio cercanos solo al 2% en una temporada ha sido alcanzada en la primavera del año 2004. El valor más elevado para un lote en particular se estimó en 7% en un caso durante ese mismo año. Muchos lotes de larvas fallan durante el periodo que va desde la primera alimentación y la iniciación de la deshabitación. Dentro de las causas más probables está la aparente mayor susceptibilidad de las larvas de merluza a condiciones sanitarias inocuas para otro tipo de larvas de peces marinos. También se ha observado una tasa poblacional de ingesta de alimento que no dice relación con los requerimientos individuales para el desarrollo de las velocidades de crecimiento observadas en los individuos exitosos en la población. Una observación importante es que la tasa de ingesta apenas se empina a una pequeña fracción de la tasa observada en otros cultivos larvales marinos. Existen hipótesis para explicar estas anomalías: 1) las larvas de merluza son más sensibles a condiciones ambientales adversas de tipo microbiológico o físicas. 2) las larvas de merluza no desarrollan niveles de actividad alimenticia tales como las observadas en turbot, corvina, robalo (de las cuales hay experiencia exitosa en Fundación Chile) debido a fallas en el desarrollo no detectadas en las etapas anteriores al cultivo larval, y que no se correlacionan con mortalidad en esas etapas, siendo estas consecuencia de la nutrición y/o estado fisiológico de los reproductores, o es efecto de condiciones de incubación inapropiadas, 3) las larvas de merluza requieren niveles altos de densidad de alimento vivo para generar una actividad de captura razonable, 4) la composición nutricional del alimento utilizado no es el apropiado para esta especie (si da buenos resultados en corvina y robalo). No se cuenta con suficiente información en estos temas los cuales merecen ser estudiados con detenimiento.
- V. Deshabitación de la alimentación basada en alimento vivo. En esta etapa existe baja experiencia debido a que la mayor concentración de ha desviado a las etapas anteriores, a que para realizar una buena administración del alimento formulado (e inerte) se requiere niveles de densidad que raramente se han obtenido, y a que el número de lotes exitosos que llegan a esta etapa son reducidos. Los efectos detrimentales observados, y que podrían ser explicados por la imposibilidad del manejo del alimento por baja densidad de larvas (y baja experiencia y por ende conocimiento de la especie) son el retraso del crecimiento, generación de conductas canibalitas y mortalidad. Los efectos aparentes claros son hambre, pérdida de alimentos caros (baja eficiencia y alto FCR) y contaminación de ambiente de cultivo.
- VI. Pre-engorda o "Nurserv". Este es proceso final en la producción de juveniles para engorda en el mar. Se inicia una vez que el proceso de deshabitación o "weaning" ha terminado y el peso de las post-larvas está entre 0,5 y 1,0g. Paradójicamente, a pesar de los resultados en las etapas anteriores se ha logrado grandes progresos en las tasas de crecimiento obtenidas entre los años 2004 y 2006 (correspondiente a desoves 2003 a 2005). El progreso es notable en las tasas de crecimiento logradas las que acortaron el tiempo para producir un juvenil de 40g (a partir de 1g) desde 190 días el 2004, 115 días el 2005, a menos de 70 días en el 2006. La interpretación de esto es simplemente mejor alimento y mejor programación de la alimentación. Estas dos condiciones, que son extremadamente diferentes a las experiencias existentes (bajísimas velocidades de captura de alimento, ingesta de grandes presas en relación al tamaño del pez, y aparentemente necesidades de bajo contenido graso y hipotéticamente bajo en carbohidratos digestibles). Los problemas en esta etapa son generalmente observados cuando los peces después de los 40g se mantienen en los estanques de pre-engorda y corresponden a comportamiento bentónico, nado errático, decoloración y exoftalmia.

La Consultoría tenía el objetivo general de replantear el programa de desarrollo del cultivo de la merluza austral basado en la información generada a la fecha, proveyendo propuestas de las líneas centrales de desarrollo y las del trabajo científico de soporte.

Para la concreción de este objetivo se realizó una exhaustiva revisión de los datos disponibles generados por el proyecto durante los años 2000 a 2006. La información recopilada fue la siguiente:

- **Bases de datos de captura de reproductores** y el destino de cada pez durante el periodo de mantención y acondicionamiento. Esta información resume en forma ordenada la historia de 1.987 peces capturados durante el periodo que va del 16 de Mayo de 2002, al 15 de Junio de 2006. Este resumen considera la totalidad de los peces capturados en este periodo en forma individual, el equipo de pesca involucrado, sus características de peso y largo, su sexo, su fecha de captura y de muerte. Se determinaron curvas de sobrevivencia de los potenciales reproductores, y su relación con los desoves realizados. Las principales observaciones corresponden a un claro periodo de mortalidad de los primeros 10 días post captura que acumula 60% y 75% de mortalidad en hembras y machos sobre el total capturado. La mortalidad pico ocurre entre el día 2 y 3 desde la captura. La sobrevivencia promedio después de un año en cautiverio es del orden de 1% para los machos y 2,5% para las hembras. Esto dificulta la generación de peces bien acondicionados o la utilización de desoves naturales. Se plantean hipótesis de causas de mortalidad y las medidas paliativas. Otra observación importante es que en la medida que el esfuerzo de pesca ha aumentado, las tasas de mortalidad se han incrementado (ver figura 1 a 7 en apéndice). La sobrevivencia de los peces capturados para transformarlos en reproductores se identificó como el tema más importante para ser solucionado. Se plantean hipótesis de las causas primarias (que produce la mortalidad de los primeros 10 días) y de las causas secundarias (las que pueden ser efectos residuales de los mismos daños generados en los peces que mueren en los primeros días, y que se empeoran en la medida que el manejo involucra más biomasa, o el sistema de mantención está más recargado, u otro aspecto ambiental, sanitario o de manejo que varía con la intensidad de la operación) El informe del consultor discute y analiza estos importantes aspectos, y pone de manifiesto que la solución de esto es tema prioritario para el éxito del programa. Otro tema importante que se desprende del análisis realizado en el taller con el consultor en base a los datos recopilados, es que la estrategia seguida en 2006 para aumentar el stock de reproductores mediante captura y mantención remota y posterior traslado a Quillaipe para su acondicionamiento generó un número inicial mayor de peces en acondicionamiento pero se provocaron mortalidades mayores a las históricas para los mismos días desde captura, junto a una nula respuesta de desove compatible con la detención del desarrollo de ova debido al stress de traslado. Se concluye que, por el momento la metodología que tiene mayor posibilidad es la de captura y traslado directo a Quillaipe. También se verifica que se debe ser muy selectivo en el tamaño de los peces que se llevan a acondicionamiento, ya que no hay ejemplos de peces de bajo tamaño que hayan tenido desoves exitosos, por lo cual el aumento del número de estos en el sistema de acondicionamiento solo perjudica las condiciones ambientales, y pone presión al sistema generando los resultados de la figura 7 (mayor tasa de mortalidad a mayor número de peces en stock).
- **Base de datos de desoves** realizados durante el periodo hasta 2006. La totalidad de los desoves y los resultados de estos se resumieron en una base de datos. Se relacionó los datos de desoves y los reproductores involucrados. Esta información fue relevante para determinar estrategias en la selectividad de los peces capturados con posibilidades de transformarse en reproductores. También se verifica que no hay clara relación entre el número de ovas producidas y el tamaño de la hembra. Que los desoves 1 y 2 no son

significativamente diferentes según la información disponible, y que el desove 3 es mas pequeño y escaso. (figuras 9 a 11)

- **Datos de crecimiento en balsas Jaula.** Se recopiló la información disponible de crecimiento en Chaculay, X Región. Tres grupos de peces se siguen a través de un periodo de aproximadamente un año. Existen pesajes cada 6 meses de peces individualmente identificables. Las velocidades de crecimiento son razonables para producción industrial, incluso en aquellas condiciones precarias en que se realizó la experiencia. No hay datos de alimentación. Los datos de mortalidad no existen pero se tiene el dato de peces desaparecidos en el periodo experimental el que es atto. Debe considerarse que estos datos corresponden a peces capturados ya que deben haber tenido tasa de mortalidad parecidas a las reportadas (y analizadas aquí) de los potenciales reproductores. La información no tiene detalles de que fracción de la población está representada en los grupos analizados (es decir no se sabe el tiempo desde captura para los peces en la prueba, ni que proporción de la captura original representan estos peces).
- **Crecimiento y alimentación de peces cultivados desde post larva de 1g en los YC2003, YC2004 y YC2005.** Los datos muestran grandes mejoras en las velocidades de crecimiento observadas en estos tres orfgenes (desoves de 2003-04 y 05). Las velocidades de alimentación se revisan en el YC2004, en el que hay suficiente información generada mediante alimentación manual. El año 2005 se alimentó con alimentadores automáticos que consideraron el comportamiento alimenticio de la experiencia con YC2004.
- **Cultivos larvales realizados.** La información de los resultados de los cultivos larvales se expresan en resumen en las bases de datos resumen de desove. Para una mayor comprensión se recopiló los datos de terreno que muestran una mayor cantidad de detalle. Adicionalmente se preparó documentación sobre análisis de los cultivos larvales, en cuanto a alimentación e ingesta, uso de microalga, composición de alimento vivo utilizado, metodología de producción de alimento vivo y mejoras requeridas en todos estos temas. Adicionalmente se prepararon resúmenes de los experimento realizados recientemente para estudiar la estabilidad y la composición de alimento vivo preparado a travpes de distintas alternativas de proceso.
- **Nutrición.** Este tema se desarrolló en base a la información existente: Composición de carcasas de animales a distintas edades y origen, perfiles de aminoácidos, perfiles de ácidos grasos. Se sospecha que hay un error en los niveles de aa sulfurados, los que aparecen altos en los perfiles de merluza
- **Otros documentos aportados.** Se aportaron como material de trabajo una serie de otros documentos en total se generó una recopilación de 52 archivos en 8 carpetas. Se tradujo una cantidad de material gráfico y encabezamientos de tablas y bases de datos para realizar el análisis del proyecto.

Sobre los objetivos específicos planteados en la presentación original.

1. Generar un documento que resuma toda la información de 5 años de desarrollo productivo del cultivo de la merluza, agotando las conclusiones que estos datos puedan proveer:

Se considera que la recopilación esta agotada, sin embargo dada la riqueza de la información existente el análisis relacional de toda la información se realizó en sus aspectos mas importantes. Es posible de los datos registrados extraer más información, generar nuevas hipótesis y determinar las lagunas de información relevante no disponible.

2. Revisar hipótesis de trabajo y generar nuevas hipótesis permitan definir líneas de desarrollo, e investigación de soporte

A través de las discusiones realizadas, se generaron explicaciones alternativas para los fenómenos que han limitado el avance del proyecto en los últimos dos años. Se ha establecido necesidades de cambios, y de pruebas de hipótesis. Los temas más relevantes en esta área están en: 1) establecer metodologías para la deflación de la vejiga natatoria de peces recién capturados. Se espera que esta práctica reduzca las mortalidades de los primeros 10 días y los efectos posteriores, permitiendo una sobrevivencia de más largo plazo y un mejor acondicionamiento. 2) Efectuar una selección de los animales capturados en función del tamaño, ya que la evidencia experimental muestra que no hay probabilidad de éxito desde un cierto tamaño hacia abajo. 3) Evitar el transporte en el periodo de desarrollo gonadal. 4) mejorar las condiciones de mantención (principalmente Temperatura). 5) Revisar la nutrición de los reproductores (formulación) en función de análisis que muestran distinta composición entre capturados y mantenidos. 7) existe una gran cantidad de temas relevantes en los aspectos de cultivo larval, temperatura de incubación, y alimentos vivos.

3. Generar un plan de desarrollo con procesos, metas tiempos, para definir la pertinencia de la sucesión de proyectos de investigación y desarrollo.

Principalmente se concentra la atención en el año 2007 en renovar las metodologías para pesca de reproductores. Se establece que las fechas para realizar esta pesca no deben ser antes de Septiembre del año anterior ni después de Marzo del mismo año. El trabajo de re-planificación quedó planteado y el consultor hace más recomendaciones en su informe.

4. Cuantificar la duración, las competencias requeridas, y el costo del proceso de desarrollo

El consultor hace recomendaciones de abrir más la gama de experiencias y a través de visitas seleccionadas a centros con experiencias y problemáticas parecidas. Se reconoce que Merluza es una especie que presenta complejidades mayores a las que comúnmente están asociados a los procesos de desarrollo del cultivo de peces.

Como comparación, el consultor aporta datos de presupuestos dirigidos a los temas de desarrollo del Cod en Noruega cuando esta especie ya está en niveles de producción industrial iniciales. Los montos preindustriales son mayores.

1.5. Resultados y conclusiones

Los resultados principales de la consultoría en adición de lo adelantado en la sección 1.4, y en opinión del director del proyecto son los siguientes:

- Establecimiento de prioridades en para el proceso de desarrollo
- Recopilación de gran parte de la información generada por el programa de Fundación Chile, lo que genera la oportunidad de establecer mejores relaciones entre los resultados y las más probable causalidades.
- Establecer una opinión experta sobre el programa su proyección y sus necesidades.
- Dar una mirada muy multivariable que establece relaciones causa y efecto mas amplia que la normalmente utilizada
- Informe del consultor la cual tiene una riqueza propuestas frescas y concretas y discusión independiente.

Como conclusión general se puede agregar que la riqueza de la información recopilada, el nivel de análisis aplicado, las nuevas hipótesis generadas principalmente en el tema de provisión de animales reproductores, genera nuevas expectativas al proyecto y estimula al equipo de trabajo para re-direccionar los esfuerzos. Adicionalmente hubo una significativa adición de conocimientos, en la generación de nuevas visiones técnicas para explicar resultados y generar discusión, y beneficio claro de entrenamiento del personal de programa en el análisis de información.