

639.3755
S438
1998
E
75h.

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLOGICO Y PRODUCTIVO

FONTEC - CORFO

**ESMOLTIFICACION DE SALMON COHO
EN AGUA DE MAR CON BAJA SALINIDAD**

CODIGO : 960963

INFORME FINAL



SEAMAG S.A.

PUERTO NATALES, ABRIL 1998

639.3755
S438
1998

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO



INDICE

| | Pág. |
|--|------|
| 1. RESUMEN EJECUTIVO | 1 |
| 2. EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| 2.1. Objetivos del proyecto..... | 6 |
| 3. METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO | 7 |
| Area de Estudio | 7 |
| Diseño Experimental | 9 |
| 3.1. Evaluación del Crecimiento de los Salmónidos | 10 |
| 3.1.1. Factor de Condición | 10 |
| 3.1.2. Mortalidad Mensual y Acumulada | 11 |
| 3.1.3. Tasa Instantanea de Crecimiento en Peso Total | 11 |
| 3.1.4. Porcentaje de Crecimiento en Peso y Longitud | 12 |
| 3.1.5. Crecimiento por Unidad Térmica (C.U.T.) | 12 |
| 3.1.6. Factor de Conversión | 13 |
| 3.1.7. Porcentaje de Peso Corporal | 13 |
| 3.1.8. Densidad de Cultivo | 13 |
| 3.2. Determinación de Parametros Abióticos | 14 |
| 3.3. Método de Detección de Esmoltificación | 15 |
| 3.3.1. Muestreo Ictipatológico | 16 |
| 4. RESULTADOS | 17 |
| 4.1. Crecimiento de los Salmónidos | 17 |
| 4.1.1. Porcentaje de Crecimiento en Peso | 17 |
| 4.1.2. Tasa Instantánea de Crecimiento | 20 |
| 4.1.3. Crecimiento por Unidad Térmica | 23 |
| 4.1.4. Índice de Condición | 26 |
| 4.1.5. Mortalidad de los Peces | 29 |
| 4.1.6. Porc.de Peso Corporal Sumin. Alimento | 32 |
| 4.1.7. Factor de Conversión | 34 |
| 4.1.8. Densidad de Cultivo | 36 |
| 4.2. Parametros Abióticos | 39 |
| 4.2.1. Temperatura | 39 |
| 4.2.2. Salinidad | 42 |
| 4.2.3. Oxigeno | 45 |
| 4.2.4. Correntometria | 48 |
| 4.2.5. Transparencia | 48 |
| 4.2.6. Radiación | 48 |

| | Pág. |
|---|------|
| 4.3. Muestras de Esmoltificación | 51 |
| 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 58 |
| 5.1. Crecimiento de los Salmónidos | 58 |
| 5.2. Parametros Abióticos | 59 |
| 5.2.1. Temperatura y Salinidad | 59 |
| 6. IMPACTOS DEL PROYECTO | 60 |
| 7. BIBLIOGRAFIA | 66 |
| ANEXOS | 68 |
| Concentración esperada de cloruros en salmón coho..... | 68 |
| Planilla diaria de registro de temperatura, salinidad y transparencia | 69 |
| Tablas de producción | 70 |

1. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de "Esmoltificación de Salmón Coho (*Oncorhynchus kisutch*) en agua de mar con baja salinidad" (Código N° 96 - 0963) realizado en las cercanías de Puerto Natales, en Ba. Talcahuano fue patrocinado por la Empresa SEAMAG S.A., cuyo accionista principal es la Universidad de Magallanes. El centro productivo, además de efectuar actividades de cultivo presta apoyo a la enseñanza universitaria, específicamente a las carreras relacionadas con el ambiente acuático. El proyecto fue ejecutado por investigadores-académicos de la Universidad y por profesionales de las Consultoras: Sakura Ltda. y Especialidades Técnicas Marinas S.A.

El estudio de 12 meses de duración, contempló un presupuesto total de 5.889 U.F., con un aporte 3.823 U.F., por parte del beneficiario y una subvención de 2.066 U.F. por parte de FONTEC. Al término del proyecto se registro un gasto real de M\$ 71.167 (M\$, febrero 1998).

En general, los resultados técnicos del proyecto permitieron observar que el crecimiento de los peces en la Bahía Talcahuano fue comparativamente más alto que el registrado en otros centros de cultivo en agua dulce en la Región. Partiendo de alevines de 4 gr., en un período 12 meses, en agua dulce se producen smolt de un peso cercano a 40 gr., a diferencia de los resultados del presente estudio que, en condiciones mixohalinas, se lograron pesos superiores a los 80 gr.

Las valores de mortalidad observados durante la etapa experimental alcanzan a una cifra promedio de 0.5% . En centro de cultivos en agua dulce se registran mortalidades superiores a 1%.

Adicionalmente, entrega antecedentes de los parámetros abióticos de la Ba. Talcahuano, tales como: temperatura, salinidad, oxígeno, radiancia, transparencia, entre otros, tanto espacial como temporalmente.

Si bien este proyecto se justifica desde el punto de vista técnico, es dable señalar que desde el punto de vista económico han variado las condiciones de mercado desde la formulación de la investigación. La actividad salmonera nacional se ha visto afectada desde el año pasado a la fecha, repercutiendo en el precio, alcanzando valores en el mercado asiático muy por debajo de los costos de producción.

En el caso específico de la XII Región, sólo tres de las siete salmoneras existentes en Magallanes a abril de 1998, continúan con la producción durante el presente año, con lo que la cosecha para la próxima temporada bajara en un 40%, llegando a estimar 1.600 t.

Finalmente, otro antecedente que amerita postergar la implementación del proyecto, se relaciona con excedente de smolt originado por la crisis, lo que repercutió en el precio de éste, bajando de US\$ 0.40 a 0.10/smolt.

Por lo anteriormente expuesto, se concluye que, si bien el proyecto es muy favorable desde el punto de vista técnico, su implementación pasa por una estabilización del sector, que permita fijar niveles de producción, precio de compra de alevines y precios de venta de smolt.

2. EXPOSICION DEL PROBLEMA

Producir salmónes de mayor tamaño en el menor tiempo, ha sido una preocupación desde los inicios de la salmonicultura comercial, para lograr tal efecto, son muchas las experiencias que se han realizados, sin embargo el nivel de éxito, ha podido solo ser evaluado en términos mas cualitativos que cuantitativos.

Las primeras experiencias realizadas sistemáticamente, fueron efectuadas para mejorar la calidad de algunos stock silvestres con fines destinados a la pesca deportiva o captura comercial (Ranching) en Norteamérica. Estas se basaron fundamentalmente en mejorar las condiciones morfológicas y de comportamiento del pez, para lo cual se trabajó con grupos seleccionados por décadas hasta identificar caracteres que resaltarán cualidades de la especie p.e., las variedades de truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) que han logrado tipificar caracteres a través de cruces de familias por 30 años.

En Chile, la potencialidad que representaba la salmonicultura a termino de la década del ' 80, significo plantearse nuevos desafíos para la actividad siendo uno de estos. ¿ Cómo producir un pez de mayor peso y en el menor tiempo posible?

La respuesta al desafío planteado, se puede evaluar en la actualidad en términos volumétricos, es decir en cantidad y calidad de la producción de salmónidos y no en lo que compete a la talla-tiempo.

En este sentido la Región de Magallanes, a pesar de su incipiente aporte productivo es considerado en el ámbito nacional, como el reservorio de la salmonicultura del año 2000, y es así como en los cuatro últimos años se han realizados esfuerzos conducentes a mejorar y optimizar la producción de salmónes con innovaciones tecnológicas como:

- Mejorar la calidad de la coloración de la carne con pigmento natural.
- Uso de agua termostabilizada en los estados tempranos de los peces.

- Producir ovas regionales con baja prevalencia de enfermedades.
- Producir smolt en ríos y lagos. Las empresas que se dedican a la producción de smolt en la XII Región, logran peces de un peso promedio de 40 gr. (SKYSAL S.A.; ACUIMAG S.A.; SALMOTEC S.A.)
- Producción de salmón comercial en 18 meses.

La empresa SEAMAG, se une al desafío aportando otro elemento de trabajo en las líneas de desarrollo de la actividad productiva de salmones en la Región, con un proyecto de innovación, como es producir un smolt de mayor peso a partir de alevines criados en condiciones mixohalinas y de esta manera mejorar la fase de engorda con ejemplares de mayor potencialidad en el ambiente marino.

Es importante señalar que el estado del arte nos indica que no existe un desarrollo sistemático de este tipo de tecnología, tanto a nivel regional como nacional.

El proyecto general, se basa en desarrollar alevines de salmón coho en aguas semisalobres y conseguir mayor talla y peso al momento de la esmoltificación. Para estos propósitos la Empresa realizó en 1996 varias observaciones previas, percantandose de la factibilidad de llevar a cabo un estudio de investigación aplicada en cuanto a la adaptabilidad de los peces a edades tempranas a un ambiente salobre.

Al respecto, cabe señalar que la Bahía Talcahuano presenta características especiales en cuanto a temperatura y condición mixohalina de las aguas, lo que genera un ambiente adecuado para efectuar esta experiencia. El proyecto lo ejecutó un grupo de profesionales perteneciente a la Universidad de Magallanes, la consultora Sakura Ltda. y Seamag, a objeto de efectuar las mediciones sistemáticas tendientes a implementar una tecnología de producción de smolt adaptados a ciertos niveles de salinidad, de tal manera de mejorar la calidad de los mismos, en especial en lo relativo a tamaño, peso y a la eliminación del stress a que son sometidos cuando son transferidos en forma abrupta a balsas jaulas en agua salada desde su anterior hábitat en agua dulce.

Este proceso produce importantes mortalidades, las que se sitúan en cifras promedio del orden del 15 %, a lo que se le suma una disminución del apetito de la biomasa total del stock de peces durante las primeras semanas de engorda, repercutiendo muchas veces en el peso total de los ejemplares al momento de la cosecha.

La producción de los smolt adaptados, podrá ayudar a disminuir los costos de producción en la etapa de engorda, mejorando la competitividad regional de esta industria.

En su desarrollo en ambiente natural, los alevines necesitan incorporar paulatinamente una mayor cantidad de sal a su cuerpo desde pequeños, hasta la etapa de smolt o juvenil.

En dichas condiciones naturales, los alevines van bajando lentamente desde su lugar de nacimiento en los ríos hasta la desembocadura de los mismos, para posteriormente permanecer en aguas estuarinas con una baja cantidad de sal.

Una vez que se han ambientado a las aguas de baja salinidad, el cuerpo de los alevines va cambiando, debido a que las manchas "parr" que son de un color violáceo desaparecen y comienzan a tomarse de un color plateado. A parte de los cambios morfológicos y conductuales también ocurren una serie de cambios fisiológicos internos. Para lograr lo anterior, necesitan vencer un problema físico, el cual es soportar una mayor cantidad de sal en su cuerpo. Ocurridos los cambios, es ese el momento cuando el pez está esmoltificado, es decir está adaptado para vivir en su nuevo ambiente y "quiere ir al mar".

Este proyecto de investigación y desarrollo, tiene por objeto efectuar la esmoltificación a nivel piloto, de alevines en un ambiente semisalobre mediante un proceso de aumento gradual de la salinidad, a partir de alevines de 4 gramos de peso hasta su conversión en smolt de 80 gramos.

De allí entonces, que el lugar escogido tenga excelentes condiciones para desarrollar este proceso, pudiendo además traspasar los smolt ya adaptados a las condiciones de salinidad donde se realiza la engorda.

2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVOS GENERAL

Obtener peces smoltificados de salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) de 80 g en aguas mixohalinas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Ensayar la introducción de alevines de salmón coho de bajo gramaje en ambiente marino con baja salinidad.
- Comparar el crecimiento y mortalidad de alevines y juveniles entre el grupo control y el tratamiento.
- Relacionar los factores ambientales a objeto de validar el carácter predictivo del crecimiento y estado sanitario de los peces mantenidos en balsas-jaulas.
- Evaluar el producto final del pez smoltificado y compararlo con el obtenido en los centros productores de smolt regional.
- Realizar estudios tendientes a responder el comportamiento del recurso desde la perspectiva técnico-biológico y económico.

3. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

Area de Estudio

El área de estudio es el Centro de Cultivos de Salmonídeos de la empresa Seamag S.A. ubicada en Ba. Talcahuano (Latitud 51° 47' 34" S; Longitud 72° 55' 36" W), cercano a la desembocadura del río del mismo nombre. Dicha concesión de acuicultura se ubica en la Provincia de Última Esperanza, comuna de Puerto Natales, al costado suroeste de la Península Antonio Varas, aproximadamente a tres horas de navegación de Puerto Natales (Fig. 1).

La experiencia se inició en marzo de 1997, con la recepción de los alevines con peso promedio de 4 g los cuales fueron sometidos a bajas salinidades del orden de 5 ppm y progresivamente fueron trasladados a concentraciones mayores, hasta alcanzar los valores promedio del lugar (16 ppm), experiencia que se llevó a cabo hasta enero de 1998, periodo en el cual se cumplieron diferentes objetivos. En general, éstos estuvieron orientados a la determinación de los parámetros físicos-químicos del agua, muestreo de peces para evaluar crecimiento y grado de adaptación a los cambios de salinidad, entre otros. En total, se efectuaron 18 salidas a terreno correspondiendo a muestreos mensuales para el caso de la evaluación del crecimiento y ciertos parámetros abióticos, en forma casi bimensual para determinación del grado de smoltificación y finalmente, dos muestreos para determinar la correntometría del lugar. El periodo de permanencia en terreno varió entre 2 a 4 días en cada oportunidad, dependiendo de las actividades a desarrollar.

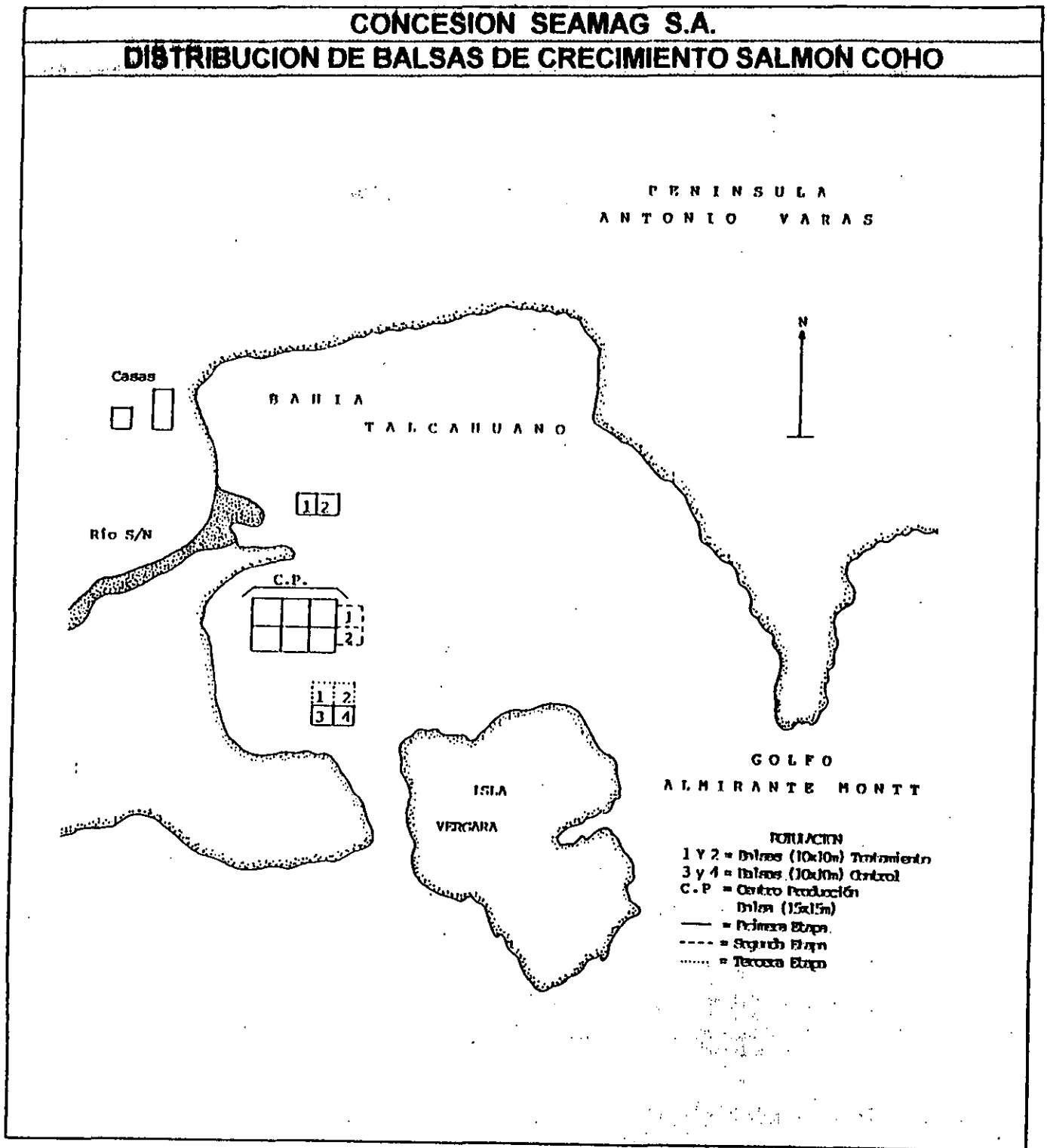


Fig. 1 Ubicación de la concesión en Ba. talcahuano. Se muestra la distribución y las etapas del diseño experimental.

Diseño Experimental

Para evaluar el efecto del tratamiento derivado de la salinidad del agua sobre el desarrollo de los alevines (fry) y juveniles (parr), hasta el estado de smolt, fue considerado el siguiente diseño experimental:

Se dispuso de 4 balsas-jaulas de 10x10 m de fierro galvanizado, con profundidad de malla variable, entre los 5 y 10 metros aproximadamente. La abertura de malla fue de 1/8" y 1/4".

En cada una de las balsas se dispusieron 12.500 ejemplares de salmón coho. Dicho grupo fue dividido en dos subgrupos denominados: grupo control y grupo tratamiento. La ubicación y distribución de las balsas fue separada en tres etapas, ver Fig.1:

La primera de estas, ubica el grupo tratamiento cercano al río en el veril de 5 m. de profundidad y salinidad del orden de 5 ppm y el grupo control a 200 m. de la orilla con una profundidad de 18 m. y salinidad promedio de 16 ppm.

La segunda etapa, contemplo el movimiento del grupo tratamiento y su réplica respectiva a 100 m de la orilla, con profundidad y salinidad estimada en 12 m y 10 ppm respectivamente.

Finalmente, la tercera etapa el grupo tratamiento se unio al grupo control quedando todo el conjunto a 200 metros de la orilla a 18 m. de profundidad y 16 ppm de salinidad.

El grupo tratamiento y grupo control fueron muestreados mensualmente, extrayendo un número de 100 ejemplares por balsa los que fueron anestesiados con MS-222 o Benzocaina para luego realizar medidas biométricas, tales como:

Longitud de horquilla (LH), se utilizó un ictiómetro graduado en centímetros, midiendo al pez desde el extremo externo del hocico hasta la sección media de la aleta caudal (LH).

Peso total corporal (PTC), de los ejemplares se determinó en estado fresco con una balanza Sartorius de un 1 g de precisión.

3.1. EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE LOS SALMONIDOS

El análisis de la información obtenida de los muestreos mensuales, fue analizada por medio de formulaciones descritas en la literatura especializada a objeto de poder comparar los stocks seleccionados en los grupos control y tratamiento.

Se elaboraron tablas de producción que contemplan: el número de ejemplares, peso - talla, índice de condición (K), mortalidad mensual y acumulada (Za), tasa de crecimiento específica (SGR), incremento de peso corporal mensual (%IP), crecimiento por unidad térmica (CUT), factor de conversión (C), cantidad de alimento suministrado (% IP) y densidad de cultivo (D), para lo cual se procedió a aplicar las siguientes formulaciones:

3.1.1. FACTOR DE CONDICION (K)

$$K = \frac{W}{L^3} \times 100 \quad \text{Slagler 1969}$$

Donde:

K = Factor de condición.

W = Peso total en gramos.

L = Longitud horquilla del pez en centímetros.

Se estimó para determinar el estado corporal de los peces de acuerdo a la expresión de Slagler 1969 En: Jélvez et al., 1988)

3.1.2. MORTALIDAD MENSUAL Y ACUMULADA

$$Z = \frac{(N_f * 100)}{N_i}$$

Donde:

Z = Mortalidad de los peces, expresada como mortalidad mensual (Zm) o acumulada (Za)

Nf = Número final de peces en el período mensual o durante el ciclo productivo.

100 = Constante porcentual

Ni = Número inicial de peces en el período, mensual o durante el ciclo productivo.

3.1.3. TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN PESO O TALLA

$$SGR = \frac{(\ln L_f - \ln L_i)}{P} * 100 \quad (\text{Piper, 1982})$$

$$SGR = \frac{(\ln W_f - \ln W_i)}{P} * 100 \quad (\text{Piper, 1982})$$

Donde:

SGR = Tasa instantánea de crecimiento, del pez en el tiempo.

Ln Wf = Logaritmo natural del peso final del período.

Ln Wi = Logaritmo natural del peso individual inicial del pez en el período.

Ln Lf = Logaritmo natural de la longitud individual del pez al final del período.

- Ln Li = Logaritmo natural de la longitud individual inicial del pez en el período.
- P = Período en número de días.
- 100 = Constante porcentual.

3.1.4. PORCENTAJE DE CRECIMIENTO EN PESO Y LONGITUD

$$\% \text{ CREC} = \frac{(L_f - L_i)}{L_i} * 100$$

Donde:

- % CREC = Porcentaje de crecimiento en peso o longitud del pez.
- Wf o Lf = Peso final del pez en gramos o longitud final del pez en centímetros.
- Wi o Li = Peso inicial del pez en gramos o longitud inicial del pez en centímetros
- 100 = Constante porcentual.

3.1.5. CRECIMIENTO POR UNIDAD TERMICA (CUT)

$$\text{CUT} = \frac{(L_f - L_i)}{\text{UT}} \quad (\text{Haskell, 1959})$$

Donde:

- CUT = Crecimiento por unidad térmica del pez.
- UT = Unidades térmicas del período, que se extrae de la multiplicación del número de días por la temperatura promedio del período.
- Lf = Longitud final del período en cm.
- Li = Longitud inicial del período en cm.

3.1.6. FACTOR DE CONVERSION (C)

$$C = \frac{\text{Alimento suministrado (Kg)}}{\text{Incremento en Biomasa (Kg)}} \quad (\text{Wester , 1979})$$

3.1.7. PORCENTAJE DE PESO CORPORAL (% PC)

$$\% \text{ PC} = \frac{(300 * T^{\circ} * \text{CUT} * C)}{L} \quad (\text{Wester , 1979})$$

Donde:

% PC = Porcentaje de peso corporal del pez a suministrar como alimento diario.

300 = Constante del crecimiento isométrico expresada en porcentaje.

T° = Temperatura promedio mensual del agua.

CUT = Crecimiento por unidad térmica que experimenta el pez.

C = Factor de conversión del alimento suministrado.

L = Longitud del pez al tiempo cero.

3.1.8. DENSIDAD DE CULTIVO (D)

$$D = \frac{\text{Biomasa de peces en el agua (Kg)}}{\text{Volumen útil de la balsa (m3)}}$$

Analisis de Datos

Los parámetros bióticos incidentes sobre el crecimiento y mortalidad de los grupos (control y tratamiento), tales como; SGR, % Crecimiento en peso, índice de condición, factor

de conversión y % de peso corporal suministrado como alimento, fueron confrontados a objeto de conocer la real influencia del gradiente de salinidad sobre los peces.

3.2. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ABIÓTICOS

Las variables medidas de salinidad, temperatura, oxígeno, radiación solar, entre otras son utilizadas como índices de procesos naturales que potencialmente pudieran estar incidiendo sobre los aspectos conductuales y de crecimiento de la población de salmones en el área de estudio.

Durante un período de un año (Febrero 1997 - Enero 1998) se realizaron mediciones de los parámetros de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), concentración de oxígeno (mg l^{-1}) y de radiación solar ($\text{uE m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) a través de los equipos adquiridos con anterioridad. Estos corresponden a un sensor múltiple de temperatura, salinidad y oxígeno (YSI modelo 85) y un fotómetro digital con sensor de luz aéreo (radiómetro Li-Cor modelo Li-250). La transparencia del agua fue medida a través de un disco Sechii (unidad en metros).

Los diversos parámetros fueron registrados en tres oportunidades diariamente (08:00, 12:00 y 18:00 hrs) en cada una de las unidades de estudio (sectores: río, balsa y mar) a diversas profundidades estimadas según diseño "in situ".

La corriente de marea de la Bahía fue medido con un correntómetro estacional objeto de conocer el patrón general de velocidad y circulación del agua en la bahía. Dicha correntometría fue realizada durante el mes de Julio 1997 y Marzo de 1998, correspondiente al muestreo de invierno y de verano, respectivamente. El correntómetro estacional fue localizado entre el sector de río y sector mar a una profundidad de 5 m. Para esclarecer la variación temporal de pequeña escala (horas) del campo de velocidad y dirección del flujo de agua, el correntómetro fue instalado durante un período de 24 horas.

Análisis de Datos

Para esclarecer la existencia de diferencias significativas de los parámetros medidos (variables dependientes) y los factores analizados (variables independientes o de clasificación) se realizaron análisis de varianza (ANDEVA factorial). Las variables independientes incluyeron: tiempo (meses: Febrero 1997 - Enero 1998), espacio (profundidad: superficie, 5 y 10 m) y sector (jaulas ubicadas en río, balsa y mar). De manera de simplificar la variable tiempo, los meses fueron reunidos de acuerdo a las diferentes estaciones del año: verano (Diciembre-Enero-Febrero), otoño (Marzo, Abril, Mayo), invierno (Junio, Julio, Agosto) y primavera (Septiembre, Octubre, Noviembre).

3.3. METODO DE DETECCION DE ESMOLTIFICACION

La determinación del grado de esmoltificación de los peces fue replanteada, ya que el método de la Na^+ K^+ ATP asa branquial, resulta éste de un elevado costo, utilización de equipos y materiales mas complejos, además se requiere de una mayor cantidad de sangre por muestra (pez). Para el propósito de éste proyecto el tamaño de los peces a analizar era muy pequeño sumandose a esto la demora en el proceso de análisis y de entrega de los resultados (Salas. P., com.pers.).

Por lo tanto, se utilizó el Test de Electrolitos (Na^+ y Cl^-) Plasmáticos, que consiste en cercenar el pez en la zona del pedúnculo caudal para la extracción total de sangre, una vez desangrados se establecen pool de 5 muestras para concentrar la mayor cantidad de suero plasmático. Luego cada una de las muestras es dividida en dos submuestras. Una de estas es sometida a un ambiente con salinidades altas (35 o/oo) (muestra) y la otra es mantenida igual (standard). Luego a ambas se le agrega 1 ml de reactivo de cloruro, se centrifuga y se

lee en el espectrofotometro a 460 nm. Finalmente, el coeficiente entre la muestra y el estandard da la concentración de electrolitos plasmáticos:

$$\frac{\text{Muestra}}{\text{Estandard}} \times 100 \text{ milieq./lt}$$

Este método esta siendo muy utilizado por la mayoría de los productores de Salmón de la Xa. Región ya que los análisis de los resultados se obtienen con mayor rapidez, se requiere de menor cantidad de muestra, es sencillo y fácil el proceso, resultando finalmente de un costo menor el procesamiento por muestra.

Estos muestreos se fueron realizando de acuerdo al comportamiento observado en los peces, los que fueron intensificados cercanos a la talla de esmoltificación citados en la literatura.

Además del test antes mencionado se realizaron observaciones macroscópicas externas de los individuos, que son indicadores complementarios para la detección de esmoltificación, siendo estos los que se detallan a continuación:

- Pérdidas de las manchas parr.
- Aumento del tono plateado en el sector de la línea lateral.
- Ennegrecimiento de las aletas.
- Bajo índice de condición corporal.

3.3.1. MUESTREO ICTIOPATOLOGICO

Consistio en muestreos con el objeto de evaluar el estado sanitario de los peces. Contemplo la toma de muestras en forma mensual de los ejemplares para análisis posterior en el laboratorio, con el objeto de determinar la presencia o ausencia de algún agente patógeno, principalmente de bacteria y /o parásito.

4.- RESULTADOS

4.1 CRECIMIENTO DE LOS SALMÓNIDOS

El crecimiento de peces (salmones) en cautiverio, históricamente a sido medido en base al peso corporal registrado por los individuos en un lapso de tiempo. En estricto rigor, lo anterior no es más que una variación de biomasa acotada en el tiempo. El crecimiento real experimentado por los peces es en longitud, sin embargo, para beneficiar los intereses de la empresa en cuestión y de los futuros beneficiarios de este proyecto, se analiza el crecimiento en base la variación de biomasa experimentada por los peces (peso corporal).

4.1.1. Porcentaje de Crecimiento en Peso.

El porcentaje de crecimiento en peso es una tasa de crecimiento basada en la variación de biomasa experimentada por los peces de acuerdo a su propia biomasa inicial, por lo tanto se trata de una tasa que no depende del tiempo.

Tabla N° 1
Porcentaje de Crecimiento en Peso.

| NUMERO MES | MES | PESO INICIAL (grs) | PESO FINAL (grs) | % CREC. EN PESO | | |
|---------------|-----------|--------------------------|------------------------|-----------------|---------|--------|
| | | | | TOTAL | CONTROL | TRAT. |
| 1 | Marzo | 4,5 | 8 | 77,78% | 77,78% | 77,78% |
| 2 | Abril | 8 | 13,4 | 67,50% | 64,88% | 70,25% |
| 3 | Mayo | 13,4 | 14,78 | 10,30% | 14,10% | 4,99% |
| 4 | Junio | 14,78 | 15,1 | 2,17% | 2,99% | 5,73% |
| 5 | Julio | 15,1 | 16,19 | 7,22% | 4,45% | 10,85% |
| 6 | Agosto | 16,19 | 17,64 | 8,96% | 6,67% | 9,79% |
| 7 | Septiem | 17,64 | 21,2 | 20,18% | 30,40% | 18,32% |
| 8 | Octubre | 21,2 | 26,9 | 26,89% | 23,36% | 15,48% |
| 9 | Noviembre | 26,9 | 38,07 | 41,52% | 38,52% | 48,13% |
| 10 | Diciembre | 38,07 | 67,79 | 78,07% | 73,91% | 86,76% |
| 11 | Enero | 67,79 | 82,66 | 21,94% | 21,25% | 23,24% |

Fig. 2 PORCENTAJE DE CRECIMIENTO EN PESO GRUPO FONTEC

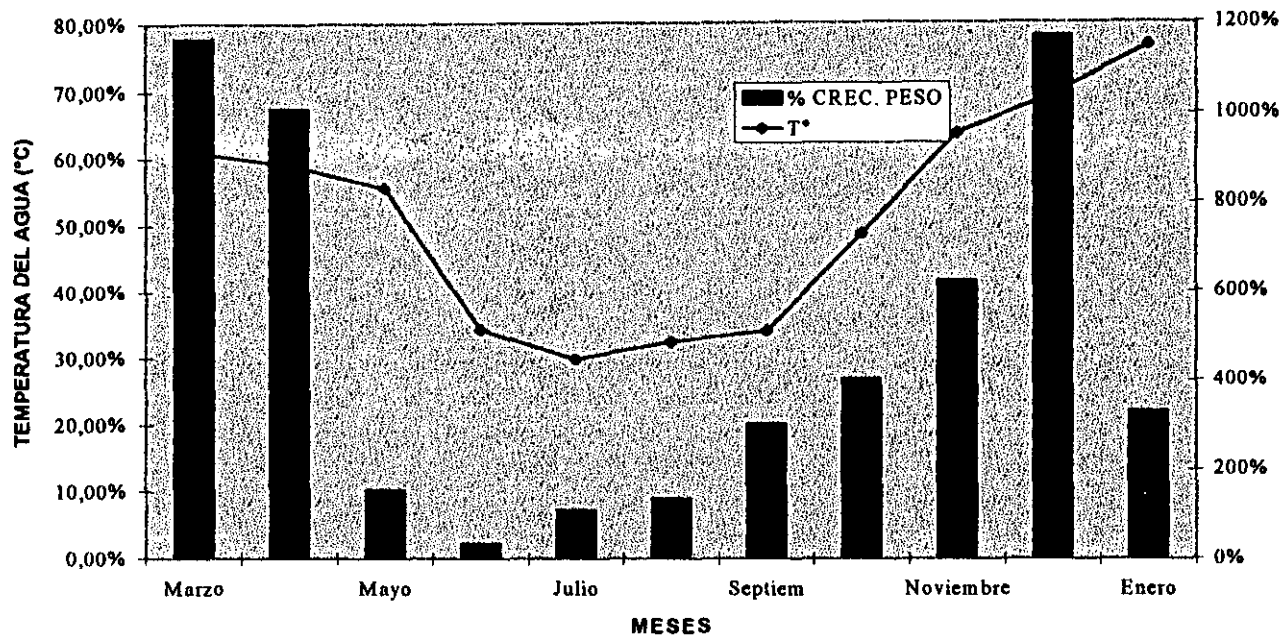


Fig. 3 PORCENTAJE DE CRECIMIENTO EN PESO POR GRUPO

