



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS**

**Estudio Comparativo de Tres Sistemas de Distribución de Alimento
y su Influencia en las Tasas de Crecimiento de Salmón del Atlántico
(*Salmo salar*)**

Tesis presentada como parte de los
requisitos para optar al grado
Licenciado en Ingeniería en Alimentos

Rodrigo Javier Toledo Valenzuela

VALDIVIA-CHILE

2005

PROFESOR PATROCINANTE

Haroldo Magariños Hawkins

Técnico en Lechería

M. S. Ciencia y Tecnología de la Leche

PROFESORES INFORMANTES

Fernando Figuerola Rivas

Ing. Agrónomo. M. S. Food Science.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Marcia Costa Lobo

Ingeniero Civil Bioquímico.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

"No es la fuerza, sino la perseverancia
de los altos sentimientos la
que hace a los hombres superiores"

Friedrich Nietzsche

AGRADECIMIENTOS

A mi gran profesor Sr Haroldo Magaliños H, sin él no hubiese sido posible cumplir con el gran anhelo de la Titulación, por su profesionalismo y dedicación.

A mis profesores Marcia Costa, Fernando Figuerola y Erwin Carrasco por su gran ayuda y apoyo.

A mis queridos padres, por sus grandes esfuerzos y sacrificios que hicieron para que pueda lograr todo esto.

Agradezco a Cristina por el apoyo y cariño incondicional durante todo este tiempo.

A mis grandes amigos Pancho y Esteban, por esa gran voluntad de ayudarme en momentos difíciles

A la empresa Fjord Seafood Chile, por darme la oportunidad de desarrollar esta investigación

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	2
2.1	Importancia y desarrollo de la actividad salmonera	2
2.2	Ciclo de vida del salmón y proceso productivo	3
2.3	Factores que afectan el desarrollo de los salmónidos	4
2.3.1	Efectos de Temperatura y condiciones de luz	6
2.3.2	Dietas	7
2.3.3	Estrategias de alimentación	11
2.4	Coeficientes de medición de crecimiento	14
3	MATERIAL Y METODOS	17
3.1	Lugar de ensayo	17
3.2	Materiales	17
3.2.1	Obtención de los peces	17
3.2.2	Dietas utilizadas durante el proceso de engorda	17
3.2.3	Equipos	19
3.3	Diseño experimental	20
3.3.1	Frecuencia de muestreo	20
3.3.2	Obtención de las muestras	21
3.4	Análisis de resultados	21
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	22
4.1	Resultados generales	22

4.2	Análisis de resultados	25
4.2.1	Tasas específicas de crecimiento y alimentación SGR y SFR	25
4.2.2	Tasas específicas de conversión de alimento biológica FCRb y económica FCRE	29
4.2.3	Dispersión	32
5	CONCLUSIONES	34
6	RESUMEN	35
	SUMMARY	36
7	BIBLIOGRAFÍA	37
8	ANEXOS	41

INDICE DE CUADROS

CUADRO		Página
1	Energía total, digerible y disponible de acuerdo al tipo de componente	8
2	Distribución de peces en jaulas de cultivo	18
3	Dietas suministradas a los peces	19
4	Diseño experimental	20
5	Comparación de promedios por prueba de Tukey para SGR	27
6	Comparación de promedios por prueba de Tukey para SFR	28
7	Comparación de promedios por prueba de Tukey para FCR biológico con respecto al tiempo (mes).	30
8	Comparación de promedios por prueba de Tukey para FCR económico respecto del tiempo (mes)	31
9	Comparación de promedios por prueba de Tukey para la dispersión respecto del tiempo (mes).	32

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Exportaciones de Salmón y trucha	3
2	Diagrama de distribución de energía en salmón	8
3	Esquemas de distribución de alimentación	12
4	Modelo de distribución de alimento	13
5	Comportamiento de las distintas variables a través del tiempo	23
6	Prueba de Tukey para SGR en dispositivo de alimentación	25
7	Prueba de Tukey para SGR respecto del tiempo	26
8	Prueba de Tukey para SFR respecto al dispositivo	28
9	Prueba de Tukey para FCR biológico para dispositivo	29
10	Relación entre número de peces y FCR biológico	29
11	Prueba de Tukey para FCR biológico para dispositivo	31
12	Prueba de Tukey para dispersión en dispositivo	32

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS

- 1 Resultados Generales
- 2 Prueba de Homogeneidad de varianza para SFR
- 3 Prueba de Homogeneidad de varianza para SGR
- 4 Prueba de Homogeneidad de varianza para FCRb
- 5 Prueba de Homogeneidad de varianza para FCRe
- 6 Prueba de Homogeneidad de varianza para
Dispersión
- 7 Exportaciones del Sector Pesquero
- 8 Registro de Alimentación Normal y Medicada diaria
- 9 Registro de muestreo de peces en centros de cultivo
- 10 Esquema funcionamiento Sistema Alimentación
automático.
- 11 Pontón de Alimentación Automática
- 12 Dispersador de alimento Turbo Spreader
- 13 Dispersador de alimento Paleta
- 14 Dosificador de Alimentador Automático
- 15 Blower
- 16 Válvula Selectora
- 17 Procedimiento estándar de muestreo de peces en
centros de cultivos

1. INTRODUCCION

En la actualidad la industria salmonera en su constante afán por reducir los costos de producción y la necesidad de mantener el equilibrio ambiental de las áreas de cultivo, ha motivado la búsqueda de nuevas estrategias de alimentación. Al respecto existe un constante esfuerzo para lograr mejores tasas de conversión y digestibilidad, de manera de reducir en forma importante los costos asociados a pérdidas de alimento.

La incidencia de la alimentación en la estructura de costos es alta, pudiendo llegar a un 85%. Lo anterior configura un tema complejo, en la medida que los volúmenes de producción han aumentado. Por esta razón surge la automatización en los procesos de alimentación como una respuesta tecnológica al problema productivo, mostrando la industria una gran aceptación por sus ventajas tanto económicas como ambientales.

No obstante, existe en el mercado una gran variedad de equipos e instrumentos de alimentación, lo que trae consigo el estudio de la mejor alternativa. Por esta razón se plantea como **hipótesis** que la utilización de dispersadores de alimento pelletizado, no afecta el crecimiento de salmones bajo las mismas condiciones de crianza durante un período de engorda en centros de mar.

Como **objetivo general** se propuso comparar valores de tasa de crecimiento de salmónidos sometidos a tres formas diferentes de distribución del alimento.

Para ello como **objetivos específicos** se plantea son:

- Comparar variaciones en la tasa de crecimiento del salmón del Atlántico (*Salmo salar*) alimentados con dispersores mecánicos y sin dispositivos.
- Estudiar la influencia de factores concomitantes (tº del agua y Nº de peces) sobre las variables estudiadas.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Importancia y desarrollo de la actividad salmonera

La actividad salmonera en Chile se inicia alrededor del año 1880 cuando don Tomás Urmeneta y doña Isidora Goyenechea introducen los primeros ejemplares a nuestro país. Sin embargo, no fue hasta 1970 cuando se realizaron los primeros intentos formales para desarrollar una actividad industrial a través de los programas del Servicio Agrícola y Ganadero y el Cuerpo de Paz de los EE.UU.. Desde entonces se ha desarrollado una ascendente industria, que ha puesto a nuestro país a la cabeza de la producción mundial de salmónes. En el año 2004, la producción de salmón y trucha correspondió a un 27% de la producción total, con 355 mil toneladas netas, lo que equivale en términos económicos a un 56% del ingreso total del sector pesquero, con 1439 millones de dólares FOB. Esto puede observarse en la FIGURA 1, donde se aprecia un claro aumento a través de los años en la participación tanto económica como productiva del sector pesquero. Esta posición de privilegio implica un fuerte desafío para la industria salmonera en los planos productivo, tecnológico, económico, social y medio ambiental (LUCO *et al.*, 2003; SALMONCHILE, 2005)

Un tema dinámico y ampliamente estudiado se relaciona con el manejo productivo previo al procesamiento en planta, donde el objetivo primordial es lograr el mayor crecimiento de la biomasa en el menor tiempo posible. No obstante, para poder entender mejor este tema, es necesario estudiar los antecedentes descritos en la bibliografía que se relacionan principalmente con el ciclo de vida del salmón y su manejo (SALMONCHILE, 2005).

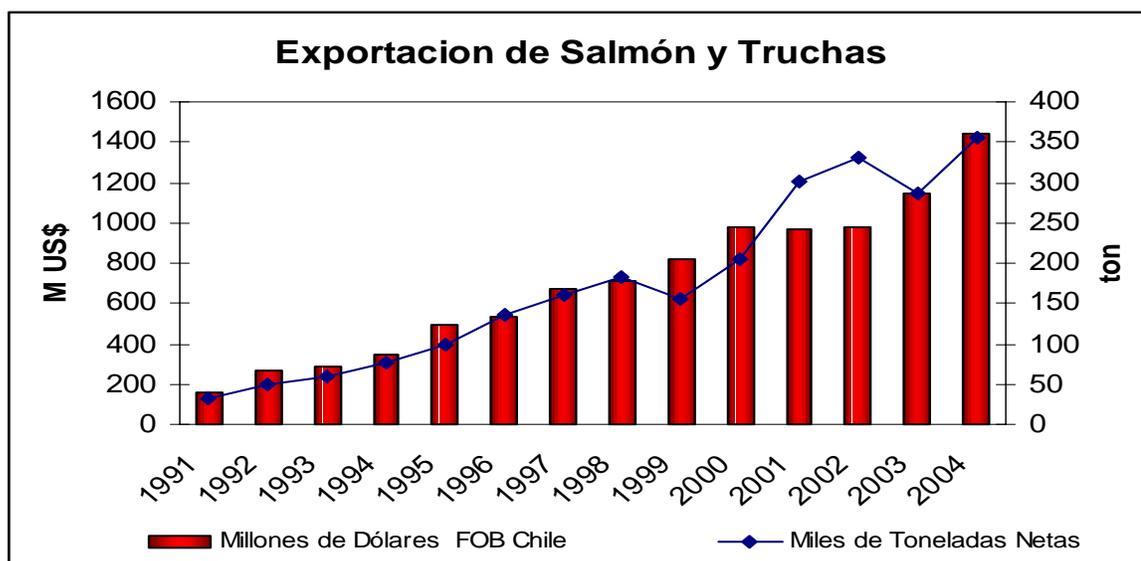


FIGURA 1. Exportaciones de Salmón y Truchas

FUENTE: www.salmochile.cl (estadística)

2.2 Ciclo de vida del salmón y proceso productivo

El cultivo de salmón incluye las siguientes etapas: obtención de ovas e incubación, alevinaje, *esmoltificación*, traslado de peces desde piletas a balsas jaulas, crianza y cosecha (LUCO *et al.*, 2003).

El proceso de cultivo se inicia una vez que las ovas fertilizadas se encuentran en estado de ojo *eyed eggs*. Estas ovas deben estar libres de necrosis pancreática infecciosa, hepatitis necrótica, septicemia hemorrágica viral y enfermedad del torneo (LUCO *et al.*, 2003).

En cuanto al proceso de incubación, este tiene por objeto permitir el desarrollo de las ovas embrionadas hasta la etapa de alevín, dependiendo el tiempo de incubación, del tipo de ova. Se distinguen dos clases de ovas, las verdes, cuyo período va desde 26 a 114 días y las ovas con ojos cuyo periodo oscila entre 1 y 14 días (LUCO *et al.*, 2003).

La etapa de alevinaje se inicia una vez absorbido el saco vitelino hasta la *esmoltificación*, período que tiene una duración de 11 meses, alcanzando los individuos un tamaño de 3 cm. Esta etapa también marca el inicio de la alimentación, la cual se realiza con alimento seco de un tamaño de 0,3 a 0,4 mm (LUCO *et al.*, 2003).

La esmoltificación es uno de los períodos más críticos el cultivo, en esta etapa se produce una preadaptación fisiológica desde agua dulce a agua salada o de mar (WILLOUGHBY, 1999)

El traslado desde las piletas hasta las balsas jaulas se realiza una vez que los individuos han alcanzado un peso de 30 gramos. Esta operación se realiza en estanques de 8 m³ y equipos especiales, destacando tubos de oxígeno industrial, manómetros, dosificadores de oxígeno, entre otros. Otro aspecto importante es la densidad de traslado, la cual debe mantenerse entre 100 a 200 kg de peces/ m³ de agua, con un flujo de oxígeno de 2,5 litro/ minuto (LUCO *et al.*, 2003).

La etapa de crianza se extiende hasta por 26 meses, se realiza a partir de individuos post-smolt y tiene por objeto la engorda de los peces hasta que alcancen un peso comercial. Esta etapa puede realizarse en instalaciones terrestres o marinas (LUCO *et al.*, 2003).

La cosecha, consiste en el sacrificio del pez una vez que alcanzado una talla comercial. Esta etapa marca el fin del proceso de cultivo y puede ser llevada a cabo en forma manual o automática (LUCO *et al.*, 2003).

2.3 Factores que afectan el desarrollo de los salmónidos

Existen diversos factores que afectan el desarrollo de los salmones desde la fertilización hasta la cosecha. Entre ellos se mencionan las estrategias

reproductivas (WILLOUGHBY, 1999), presencia-ausencia de enfermedades, apetito, efectos estacionales y condiciones de luz, tipo de dieta y estrategia de alimentación, entre otros factores de importancia.

Las estrategias reproductivas se relacionan con el uso de técnicas que permiten la selección de individuos con características especiales de desarrollo, a través del uso de herramientas tales como, la genética, aplicación de hormonas para generar una población 100% hembras, así como también la obtención de individuos triploides estériles. Esto ha permitido modificar los tiempos de crianza, aumentando el beneficio en términos de obtener una mayor biomasa (WILLOUGHBY, 1999).

De acuerdo a MAWDESLEY (1972) una enfermedad no es un fin en sí misma, sino más bien el resultado de la interacción entre un estímulo nocivo y un sistema biológico. En cambio ARNE (1999) indica que una enfermedad es el resultado de la interacción entre el individuo, medioambiente y la causa de la enfermedad misma. No obstante, otro aspecto ligado a la acuicultura y las enfermedades se relaciona con el sistema de producción intensiva que se desarrolla habitualmente en este tipo de industria. Se ha reportado, que una alta densidad poblacional, aparejado a la necesidad de aumentar al máximo la biomasa, provoca en el individuo condiciones de estrés, lo que trae como consecuencia cambios fisiológicos que los hace susceptibles a desarrollar una enfermedad (ARNE, 1999). Para resolver este problema en Chile, se ha optado por el manejo de las enfermedades a través de políticas tanto públicas como privadas, que se han manifestado en la elaboración de normas y procedimientos, programas de cooperación entre universidades, institutos y el sector privado a objeto de lograr una buena calidad sanitaria del producto.

En cuanto al apetito según la Real Academia Española RAE (2001) en su tercera acepción, lo define como "*ganas de comer*", sin embargo, en términos

acuícola, esto involucra una serie de factores, lo cual hace de esto un tema complejo. El apetito de un pez es una interacción entre procesos hormonales, metabólicos y fisiológicos (FLETCHER, 1984), capacidad y ocupación del estomago (COLGAN, 1973), evacuación intestinal (TALBOT *et al.*, 1984), duración del día, niveles de luz y temperatura del agua (HIGGINS y TALBOT, 1985; SMITH *et al.*, 1993). El método de producción mas eficiente consiste en dar al pez la cantidad de alimento que desee. (TVENNING y GISKEGJERDE, 1996). Alimentar de acuerdo al apetito del pez implica definir una ración como *“la cantidad exacta de alimento para saciar al grupo de peces en un día”* (NUTRECO, 1996). Sin embargo, se ha observado que el consumo de alimento no es constante día a día, con una variación aproximada entre un 20 a un 30% (KORSØEN y TVENNING, 2000). Esta variación puede desembocar en condiciones de subalimentación lo cual trae como consecuencia canibalismo, estrés y desaprovechamiento de crecimiento potencial. Por otro lado una sobre alimentación trae como consecuencia el desperdicio del alimento, aumentando los costos de producción y contaminando el medio ambiente (KORSØEN y TVENNING, 2000; AQUANOTICIAS, 2002).

2.3.1 Efectos de Temperatura y condiciones de luz. Estos dos son factores concomitantes. Se ha observado una relación directa en la estacionalidad, condiciones de luz y temperatura del agua (WILLOUGHBY, 1999). SKYBAKMOEN (1993) estudió la variación de la ingesta de alimento a lo largo del día, encontrando una mayor actividad entre las 2 a 3 primeras horas. NUTRECO citado por KORSØEN y TVENNING (2000), informan que el patrón de alimentación de truchas arcoiris se inicia con la luz del sol y termina con la ausencia de ésta, encontrando una mayor actividad al inicio y término del día. El manejo de las condiciones de luz en invierno a través del uso de lámparas que recrean las condiciones de luz día, puede aumentar el crecimiento entre un 20 a un 30% además de contribuir a un retardo en la madurez sexual,

mejorando las condiciones de conversión de alimento (KRÅKNESS *et al.*, 1991; TARANGER *et al.*, 1991; HANSEN *et al.*, 1992).

En general, el principal efecto de la estacionalidad se relaciona con una baja en las temperaturas del agua y disminución de la luz en los meses de invierno, lo cual trae como consecuencia una menor ingesta de alimento y un retardo en la digestión (WILLOUGHBY, 1999).

2.3.2 Dietas. De acuerdo al tipo de dieta y su manejo, depende en gran medida el éxito de la cría de salmones. En general, se puede caracterizar a una dieta como un vehículo que permite dar cobertura a los requerimientos nutricionales de los peces (HJERTENES, 1991). Sin embargo, para comprender este tema es necesario hacer referencia a aspectos relevantes al momento de realizar una formulación, entre estos aspectos, destaca el aporte de energía, componentes nutricionales, medida de digestibilidad, unidades y medidas de conversión de biomasa y tipos de alimentos.

El cultivo intensivo de un gran número de peces requiere el suministro de macro y micro nutrientes para cubrir sus necesidades nutricionales, los peces requieren materia grasa, proteínas, carbohidratos, pigmentos, vitaminas y minerales para realizar sus distintas actividades, tales como movimiento, crecimiento, reproducción, por nombrar solamente algunas. Para ello, los individuos obtienen la energía necesaria de los alimentos y los aportes energéticos otorgados por ésta son medidos en calorías o kilocalorías, mostrados en el CUADRO 1. En el caso de los salmones el gasto energético se desglosa de acuerdo a lo mostrado en la FIGURA 2.

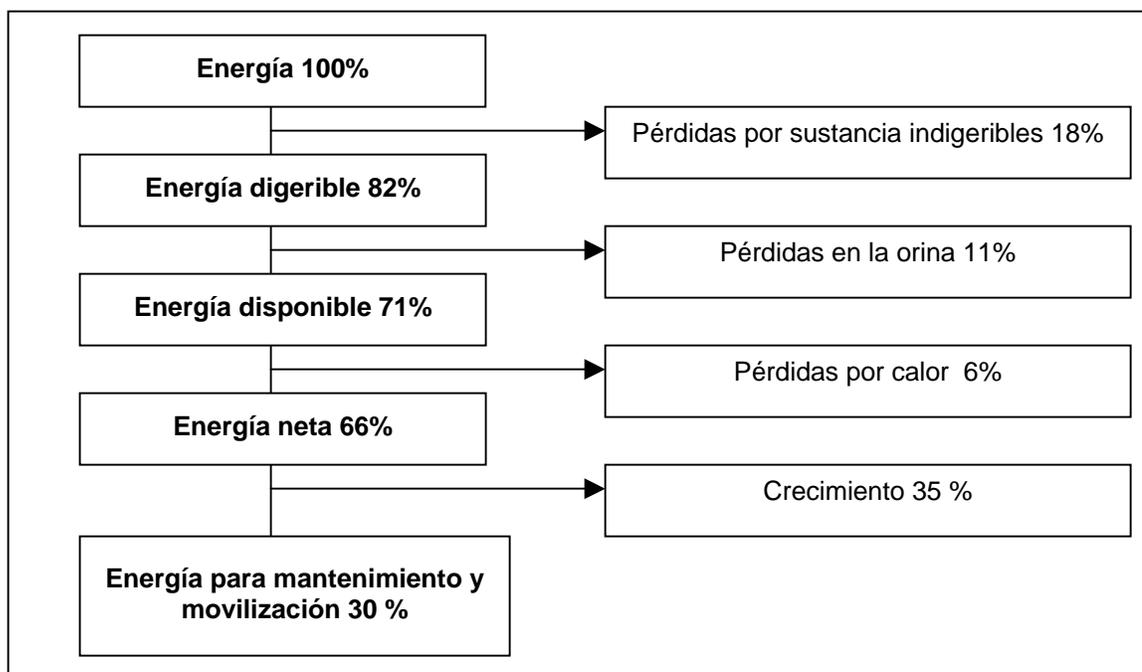


FIGURA 2. Diagrama de distribución de energía en salmón (HJERTENES, 1991)

CUADRO 1. Energía total, digerible y disponible de acuerdo al tipo de componente

Componente	Energía total kj/g	Energía digerible kj/g	Energía disponible kj/g
Proteína	23,6	23,6	16,3
Lípidos	39,5	39,5	33,5
Carbohidratos	17,3	17,3	6,7

FUENTE: AUSTRENG *et al.* (1993).

En cuanto a las características de cada componente nutricional, en el caso de las proteínas se requiere un aporte balanceado de aminoácidos, sobre todo de aquellos que son esenciales para los peces. De los 20 aminoácidos existentes, los salmones son deficientes en 10 aminoácidos, los cuales se transforman en esenciales dentro de su nutrición. Estos aminoácidos son: histidina, leucina,

isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina y arginina (HJERTENES, 1991).

Respecto de la materia grasa de las dietas, en la actualidad constituye la fuente más importante de energía, llegando a ocupar un 33 a un 38 % de la composición total de las dietas. El tipo de materia grasa, su calidad y cantidad, juegan un importante rol en la calidad del producto final. La materia grasa suministrada en la dieta cumple dos funciones principales, la primera es formar parte de la estructura de la membrana celular y la segunda es de servir como fuente de almacenamiento de energía (HJERTENES, 1991).

Para terminar con los macro-nutrientes, en el caso de los carbohidratos estos se caracterizan por disminuir su digestibilidad a medida que aumenta su complejidad (HJERTENES, 1991).

En el caso de los micronutrientes, estos son componentes que se requieren en pequeñas cantidades en la dieta. En el caso de las vitaminas y minerales, todos los alimentos modernos poseen adición de vitaminas y minerales y en algunos casos éstas se encuentran reforzadas para combatir problemas generados por el estrés y enfermedades (HJERTENES, 1991).

Un punto aparte lo merecen los pigmentos, a ciencia cierta no está claro el objetivo de la acumulación de carotenoides en el músculo del salmón. Se cree que su función es colaborar al dimorfismo sexual durante la reproducción. Sin embargo, es necesario mencionar que las especies salmonídeas no son capaces de sintetizar estos compuestos, los cuales deben ser adquiridos a través de la dieta. En forma natural los salmones salvajes lo obtienen del consumo de krill, zooplancton, pequeños peces y crustáceos. Esta característica especial ha llamado la atención de los consumidores y se ve reflejada en su amplio consumo (JOSEPHSON *et al.*, 1991).

En general, para la formulación de un alimento para cualquier especie acuícola, se recomienda considerar los siguientes criterios, independientemente de si su origen es vegetal, animal y/o unicelular (ZÚÑIGA, 2004):

- Valor nutritivo de las harinas medido por la composición proximal (nivel de proteínas, lípidos, carbohidratos, humedad, cenizas y fibras), perfil de aminoácidos (o composición aminoacídica) y el aporte energético.
- Calidad nutritiva de las proteínas, definida por su composición en aminoácidos esenciales y de lípidos en función del nivel de ácidos grasos esenciales omega-3 y omega-6.
- Ausencia de microorganismos: *salmonella*, *aspergillus*, *aflatoxinas*.
- Disponibilidad de la materia prima en el mercado, cantidad y continuidad del suministro.
- Precio.

Para finalizar el tema de las dietas es necesario hacer mención respecto de la forma como llega el alimento a la boca del salmón. En la actualidad, producto del avance científico, se han desarrollado a través del tiempo, tres tipos de alimentos en base a la composición de agua. El primero se denomina alimento húmedo *wet feed*, el cual se caracteriza por poseer un 70% de agua y una tasa de conversión muy mala, 4:1 aproximadamente y generar una gran contaminación del medio ambiente. En el caso de la segunda generación de alimentos, se les denominó, de acuerdo a su contenido de agua, alimento semihúmedo o *moist feed*, con un contenido de agua entre 30 a 50% y una tasa de conversión de 3:1. La tercera generación de alimentos se denomina alimento seco o *dry feed*, el cual posee un contenido de agua de un 10% y varias ventajas comparativas respecto de las generaciones anteriores, como por ejemplo, fácil manejo, larga vida de almacenamiento, y una tasa de conversión de alrededor 1,1: 1 (HJERTENES, 1991).

2.3.3 Estrategias de alimentación. La estrategia de alimentación es parte importante del sistema intensivo de producción, tanto para la parte económica como para la parte técnica, esto depende básicamente de: (HJERTENES, 1991)

- Tipo y cantidad de alimento
- Cantidad y tamaño de los peces
- Tipo y tamaño de las instalaciones de producción
- Estrategia general de alimentación en el cultivo.

El tipo y cantidad de alimento corresponde a las diferentes dietas y raciones utilizadas en el cultivo. En cuanto a los otros factores mencionados, estos se relacionan con el manejo de la biomasa principalmente.

Otro aspecto importante se refiere a la forma de alimentación, la cual ha tenido una evolución semejante a los tipos de alimentos a través del tiempo, distinguiéndose tres formas.

- Manual
- Semiautomática
- Automática

En los sistemas manuales, básicamente se utiliza gran cantidad de mano de obra con un alto costo y una baja conversión de alimento a biomasa. Según SKRETTING (2004), el sistema de alimentación manual posee la ventaja de orientar la distribución de alimento de acuerdo a las condiciones del viento y la corriente. Los sistemas semiautomáticos presentan una mejora respecto de los sistemas manuales, sin embargo, la tendencia en Chile es usar sistemas automáticos, los cuales proveen un buen manejo y control de los recursos productivos (AQUANOTICIAS, 2002). De acuerdo a SKRETTING (2004), de los sistemas que se usan en la actualidad, el que posee un mejor desempeño en

cuanto a la distribución de alimento es el *Turbo Spreader* de acuerdo al esquema presentado en la FIGURA 4.

Un sistema de alimentación automática cuenta con las siguientes partes

- *Blower* (soplador).
- Dosificador de alimentos
- Válvula Selectora
- Sistema de control

El Sistema de Alimentación Centralizado, totalmente automático, desarrollado para el uso en centros de cultivo de peces, transporta el alimento a cada jaula mediante el uso de aire (AKVASMART, 2002).

En general, cualquiera sea el método usado para la alimentación, existe un aspecto técnico que relaciona con la distribución física del alimento. Al respecto, existen cuatro formas bien definidas, las cuales son presentadas en forma grafica en la FIGURA 3.

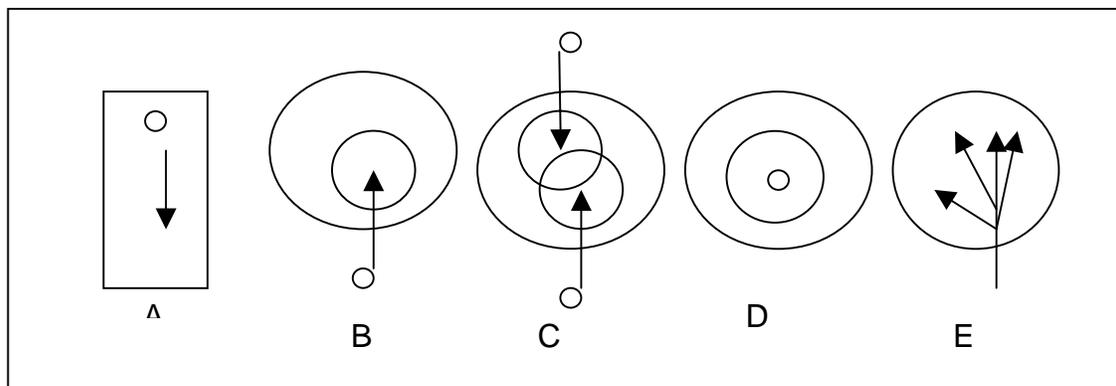
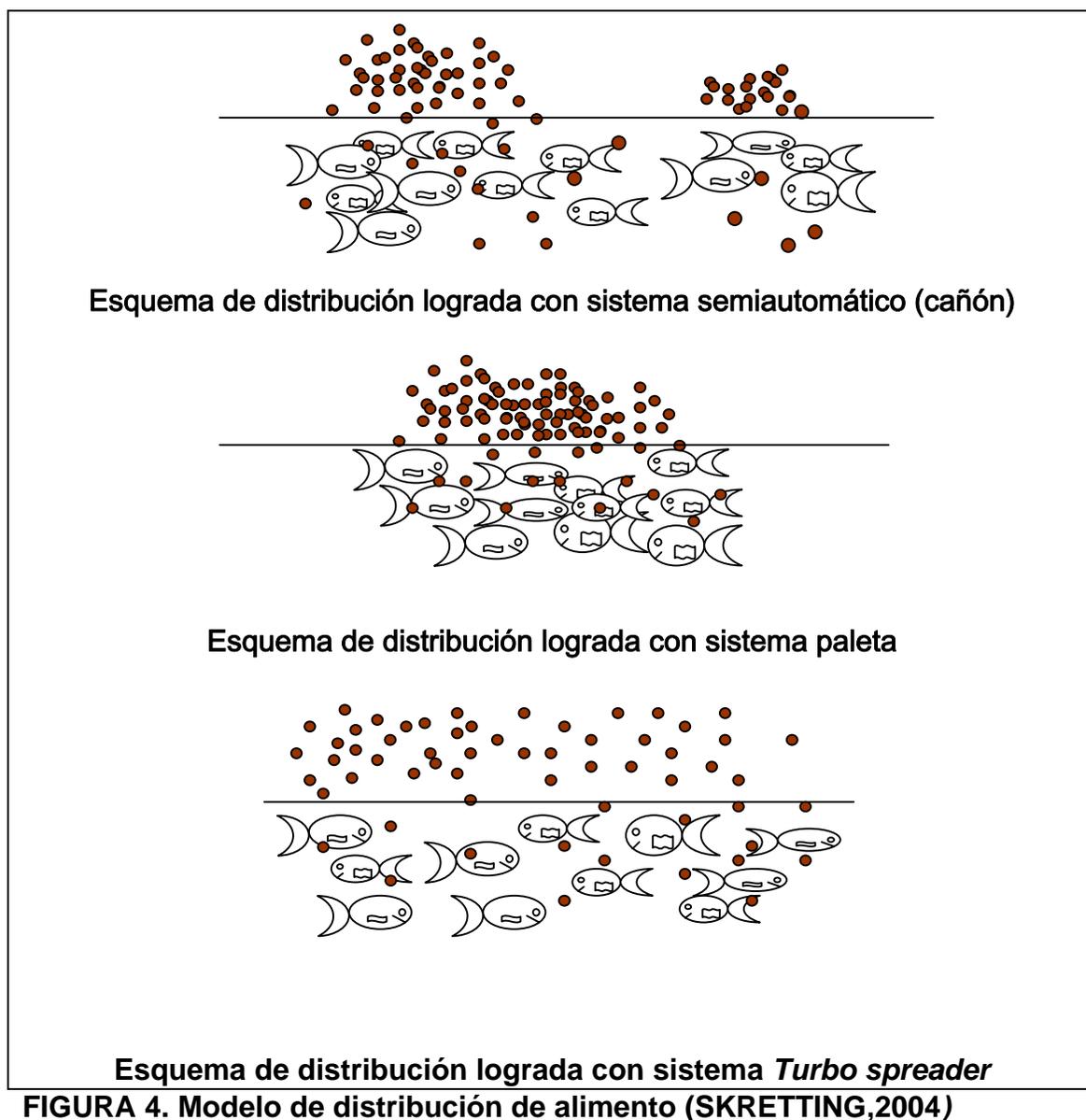


FIGURA 3. Esquemas de distribución de alimentación (HJERTENES, 1991).

E corresponde a una distribución longitudinal que se presenta generalmente en la alimentación manual y de cañón. En el caso de B y C, corresponden a alimentación localizada simple y doble. La desventaja de este tipo de distribución es que genera competencias, generando individuos dominantes. D

corresponde a una distribución **circular** de alimento, la cual es habitual en *Hatchery*. En el caso de A no existe una distribución, sino mas bien se fuerza a los individuos a seguir una línea de distribución semejante a la distribución longitudinal (HJERTENES, 1991).



2.4 Coeficientes de medición de crecimiento

Estos estadígrafos son de gran utilidad para poder caracterizar una población acuícola. Su formulación comienza a partir de los trabajos de HANKELL (1959), que relacionó el crecimiento expresado como longitud y la temperatura, derivándose la metodología de crecimiento por unidad térmica UTA (Ec. 1 y Ec. 2). Por su parte, SPECCE (1973) plantea que la temperatura de 10°C o 50°F marca el punto de inflexión en la tasa de crecimiento, observándose un incremento de 7,2% por sobre esta temperatura por cada grado Celsius y una disminución de 9,2% en la tasa de crecimiento bajo 10°C por cada grado Celsius.

$$TGC = \frac{((Peso\ final)^{\frac{1}{3}}(gr) - Peso\ inicial^{\frac{1}{3}}(gr)) \cdot 1000}{unidades\ térmicas\ acumuladas\ (UTA)} \quad (Ec. 1)$$

$$UTA = \sum_{i=1}^n Ti \quad (Ec. 2)$$

Sin embargo, en la práctica se observó, que producto de la variación del apetito en los peces día a día, la tasa de crecimiento presenta gran variación (AUSTRENG y STOREBAKKEN, 1987). Por esta razón, PRIEDE y SECOMBER (1988) definen la tasa de crecimiento específico diario (SGR, *specific growth rate*) como el porcentaje de ganancia de peso diario y cuya fórmula es presentada en la Ec. 3.

$$SGR = \frac{Ln(Pf) - Ln(Pi)}{t} \times 100 \quad (Ec.3)$$

Donde:

$Ln(pf)$: logaritmo natural del peso final expresado en gramos.

$Ln(pi)$: logaritmo natural del peso inicial expresado en gramos.

t : Tiempo en días

Factor de conversión (FCR, *Food Conversion Rate*). Esta es una medida derivada de una razón matemática, que expresa en general, la cantidad de alimento suministrado y la biomasa generada. Posee dos acepciones, una económica (Ec. 4) y otra biológica (Ec.5), en la actualidad sus valores oscilan entre 1,1 y 1,8.

$$FCR \text{ económico} = \frac{\text{Alimento suministrado (kg)}}{\text{Biomasa ganada (kg)} + \text{biomasa cosechada (kg)}} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$FCR \text{ biológico} = \frac{\text{Alimento suministrado(kg)}}{\text{Biomasa ganada (kg)} + \text{biomasa cosechada (kg)} + \text{biomasa muertos (kg)}} \quad (\text{Ec.5})$$

Factor de condición (K), este estadígrafo es una constante que relaciona la altura, el ancho y la longitud. Es característico de cada especie y se plantea este factor como una medida de la condición nutricional y su formula es presentada en la Ec. 6 (WESTER, 1977):

$$K = \frac{\text{Peso(gr)}}{(\text{longitud(cm)})^3} \times 100 \quad (\text{Ec. 6})$$

Otros índices importantes son porcentaje de mortalidad, mortalidad acumulada y peso cuerpo o SFR siendo este último índice utilizado para realizar los cálculos de raciones de alimento a suministrar y que son presentados en las ecuaciones 7, 8 y 9.

$$\% \text{Mortalidad} = \frac{N^{\circ} \text{ peces muertos}}{N^{\circ} \text{ total de peces}} \times 100 \quad (\text{Ec. 7})$$

$$\text{Mortalidad acumulada} = \frac{\sum \text{mortalidad}}{N^{\circ} \text{ inicial de peces}} \times 100 \quad (\text{Ec. 8})$$

$$SFR \text{ o } \%PC = \frac{\text{Cantidad alimento entregado (kg)}}{\text{Biomasa por jaula (kg)}} \times 100 \quad (\text{Ec. 9})$$

3 MATERIAL Y METODOS

3.1 Lugar de ensayo

La experiencia fue realizada en el Centro Peldehue perteneciente a la empresas Fjord Seafood Chile, ubicado en sector rural Peldehue, Isla Quehui. Este centro cuenta con 18 jaulas circulares con una dimensión diametral de 30 m.

3.2 Materiales

Los materiales usados en este estudio son descritos a continuación.

3.2.1 Obtención de los peces. Los peces fueron recepcionados entre el 14 de Mayo 2004 y el 04 de Junio del 2004, desde el Centro Huillinco y el Centro Pucheguin, con una biomasa total de ingreso de 124.641 kg. La cantidad total de unidades recepcionadas fue de 1.245.238, las que fueron recibidas en 18 jaulas, a razón de 60.000 a 70.000 peces por jaula. Los peces ingresados correspondían a un solo grupo SFANFJNO03, de los cuales 545.238 peces correspondían al Centro Huillinco 2, con una biomasa total de 56.709 kg. y fueron distribuidos en 8 jaulas. Los restantes 700.000 peces fueron distribuidos en 10 jaulas del Centro Pucheguin con una biomasa total de 67.932 kg. La distribución de los peces y sus correspondientes jaulas de origen se muestran en el CUADRO 2.

3.2.2 Dietas utilizadas durante el proceso de Engorda. El alimento utilizado fue alimento extruído, el cual fue proporcionado y diseñado por las empresas Alítec, Ewos, Biomar y Skretting. Se usaron 10 formulaciones denominadas Golden Inmuno Transferencia, Tranfer 100, Atlantic 100, Atlantic 400, Atlantic HE 1000, Atlantic XE 1000 y Atlantic XE 2200, Atlantic HE 3000 y HR 2500. De

acuerdo al contenido de lípidos y proteínas, éstas fueron empleadas por etapas a lo largo del proceso de crecimiento de los peces, en función de las demandas energéticas y nutricionales del periodo que corresponde al de mayor consumo de alimento. La composición proximal de estas dietas es presentada en el CUADRO 3.

CUADRO 2. Distribución de peces en jaulas de cultivo.

Centro de Origen	Jaulas Origen	Jaula Destino	Nº Peces Ingresados
Huillinco	135-137-138	401	68615
Huillinco	136-134-135	402	71385
Huillinco	232-230-136	403	69136
Huillinco	233-235-234-232	404	68738
Huillinco	237-236-233	405	60886
Huillinco	231-236	406	66896
Pucheguin	118	407	70500
Pucheguin	315	408	71500
Pucheguin	120	409	68000
Pucheguin	505	410	68000
Pucheguin	502	411	70500
Pucheguin	316	412	70000
Pucheguin	506	413	69000
Pucheguin	504	414	70000
Pucheguin	501	415	72000
Huillinco	324-322-326	416	70000
Pucheguin	503	417	70500
Huillinco	326-325-323	418	69582

CUADRO 3. Dietas suministradas a los peces.

Proveedor	Dieta	Calibre (mm)	Pigmento (ppm)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Hidratos de Carbono (%)
Alitec	Golden Inmuno Transferencia	3	65	22	50	
Ewos	Transfer 100	3	65	48	24	
Skretting	Atlantic 100	4,1	65	47	27	11
Skretting	Atlantic 400	6,4	65	45	29	11
Skretting	Atlantic HE 1000	9	65	42	31	12,8
Skretting	Atlantic XE 1000	9	65	42	33	11
Skretting	Atlantic XE 2200	12	65	36	38	14,5
Skretting	Atlantic XE 2200	12	40	36	38	14,5
Skretting	Atlantic HE 3000	12	40	35	35	16,5
Biomar	HR 2500	12	50	38	33	

3.2.3 Equipos. En este estudio se usaron los materiales, equipos y dependencias del Centro de Cultivo Peldehue de la empresa FjordSeafood entre los que destacan los mencionados a continuación:

- Pontón de alimentación.
- Unidad de alimentación *Turbo Spreader*.
- Unidad de alimentación de dispersión de paleta
- Software de Producción Superior Control 5.30 Agua Mar Akva Smart
- Balanza granataria Pesamatic (precisión $\pm 0,005$ kg)
- Malla de lance de una dimensión de 12*12*12
- Quecha

3.3 Diseño experimental

Como diseño experimental se usó el mostrado en el CUADRO 4, donde los factores estudiados son tiempo (mes) con trece niveles y el tipo de dispositivo de alimentación con tres niveles. En el caso del tiempo se consideró el período comprendido entre mayo 2004 y mayo del 2005. En cuanto a los dispositivos de alimentación estos son deflector de paleta, dispositivo *turbo spreader*, y alimentación sin deflector. Cada uno con 4 repeticiones por muestreo lo cual hace un total de 156 muestras comprendidas en el período de mayo del 2004 a mayo del 2005. También, se considera como cofactores o covarianza al número de peces por jaula y temperatura del agua.

Respecto a las variables de respuesta estudiadas, estas son SGR (*specific growth rate*), SFR (*specific food rate*), FCR (*food conversion rate*) y dispersión que corresponde a la desviación estándar del peso de cada pez.

CUADRO 4. Diseño experimental.

Factores	Cofactores	Niveles	Tratamientos	Repeticiones por tratamiento	Total muestras	Respuesta estudiada
Dispositivo de dispersión	Número de peces	3	39	4	156	SFR
Tiempo (mes)	Temperatura del agua	13				SGR
						FCRe
						FCRb
						Dispersión

3.3.1 Frecuencia de muestreo. La recolección de muestras se realizó cada 30 días, hasta completar 13 muestreos, durante el período Mayo 2004 – Mayo 2005.

3.3.2 Obtención de las muestras. Después de su traslado al mar, los peces fueron muestreados mensualmente para determinar su estado de crecimiento y condición (K). Para esto, se utilizó una malla de lance de una dimensión de 12*12*12, de donde se extrajeron los peces con la ayuda de una quecha de 40 cm de diámetro, luego depositados en un recipiente de plástico de tamaño variable que contenía una solución de benzocaina (BZ-20), en una concentración de 1:4000. Por cada jaula se muestreó en forma aleatoria, mensualmente, un número de 140 peces. Luego de anestesiados fueron pesados en una balanza digital Pesamatic ® con una sensibilidad de $\pm 0,005$ kg. Los datos fueron registrados en el sistema de registro de producción "Superior", el cual calcula los estadígrafos de crecimiento de cada jaula y otras variables de producción (FJORD, 2002).

3.4 Análisis de resultados

El análisis de los resultados obtenidos consistió en análisis de tendencia mostrado por los datos, análisis estadístico a través del uso del software *Statgraphics Plus* el cual contempla las pruebas de homogeneidad de varianza, análisis de varianza y comparación de promedios para establecer diferencias entre los tres sistemas de dispersores.

4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Resultados generales

Los resultados generales son presentados en el ANEXO 1. Analizando las tendencias presentadas por los datos en forma gráfica en la FIGURA 5, se observa en general una variación a través del tiempo.

Analizando individualmente cada variable se observa en el caso de la temperatura un comportamiento del tipo senoidal atribuible a la variación estacional. Al respecto SPECCE (1973) informa que valores de temperatura por sobre los 10°C provocan un aumento en la tasa de crecimiento de un 7% por cada grado Celsius, hecho que se ve favorecido por el rango de temperatura que está entre 10 y 13 °C lo cual hace esperar un incremento en la tasa de crecimiento. No obstante, en el caso de las variables SGR (*specific growth rate*), SFR (*specific food rate*), TGC y crecimiento porcentual se observa un aumento en sus valores coincidentemente con una baja de temperatura al inicio de este estudio (meses número 1 al 4). Posteriormente, se muestra un descenso en estas cuatro variables siendo menos pronunciado en el caso del SFR (*specific food rate*) entre el cuarto y décimo mes. Observándose en este mismo período en la temperatura un aumento en su valor. A partir del décimo mes se observa un comportamiento dispar entre estas variables notándose una leve semejanza entre SGR, TGC y crecimiento porcentual.

En cuanto a la población se observa una disminución sostenida entre el primer y decimosegundo mes, mostrándose un quiebre brusco en el mes trece. Esta variación respecto de la población inicial está entre un 15 a un 30 % de la población y se atribuye principalmente a efectos de mortalidad.

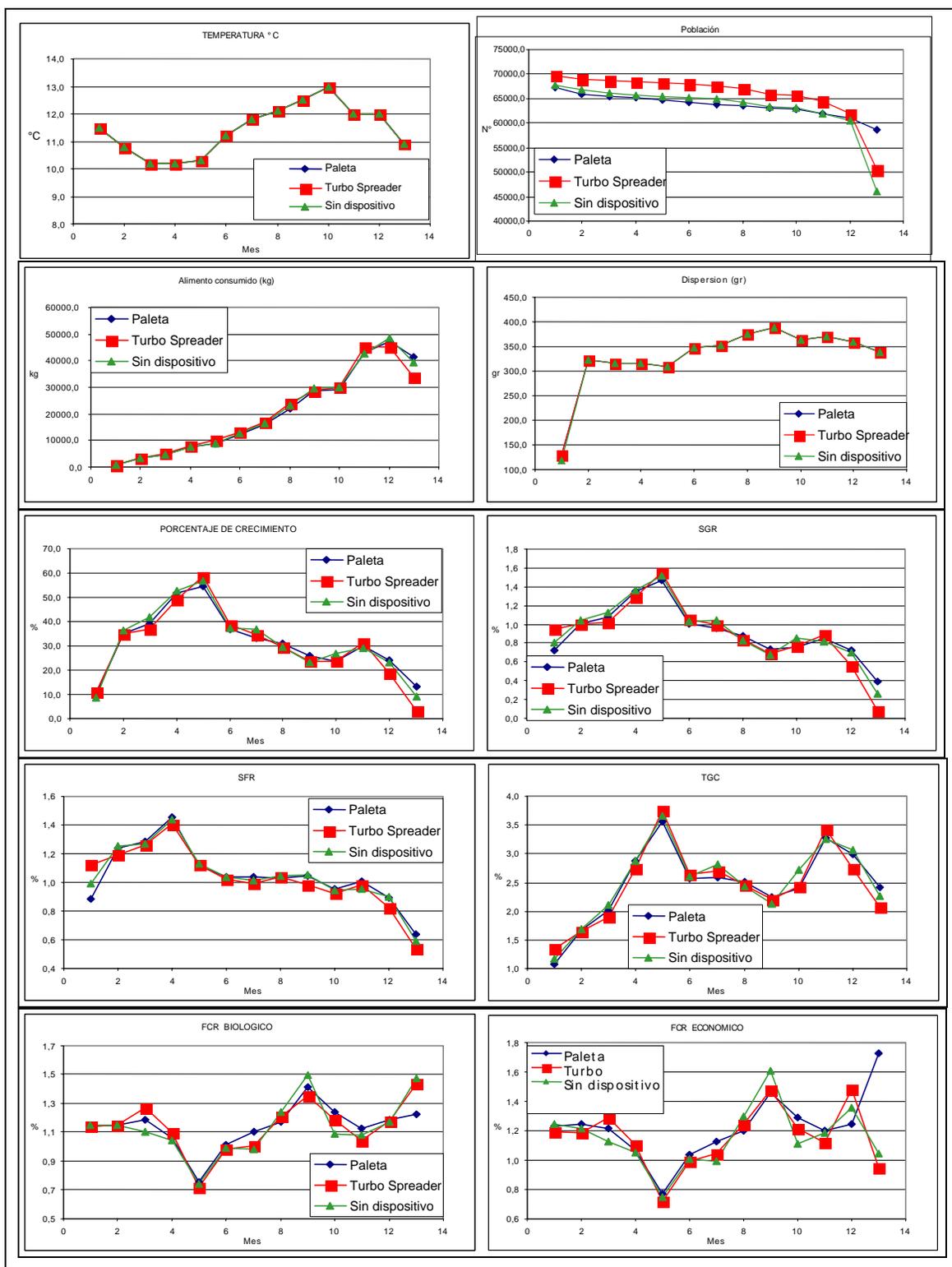


FIGURA 5. Comportamiento de las distintas variables a través del tiempo.

Por su parte, el consumo de alimento muestra un aumento sostenido entre el primer y doceavo mes, observándose un quiebre entre el doceavo y decimotercero mes lo que se puede explicar por la disminución de la población. Al respecto el consumo de alimento es un indicativo del apetito de los peces, debido a que se alimenta hasta saciedad, esto se encuentra en oposición a lo informado por WILLOUGHBY (1999) quien informa un menor consumo de alimento durante los meses de invierno.

No obstante, la disminución del apetito y una baja en la población entre el último y penúltimo mes es un hecho digno de ser considerado, pudiendo ser atribuido a condiciones de subalimentación lo que incrementa el estrés, susceptibilidad a las enfermedades y canibalismo (KORSØEN y TVENNING, 2000; AQUANOTICIAS, 2002), al respecto informes sanitarios proporcionados por FJORDSEAFOOD (2005) respecto de estos individuos indican un aumento en la mortalidad entre los meses de abril y junio del 2005, hecho atribuido principalmente a un brote de SRS o Síndrome Rickettsial del Salmón..

En cuanto a la dispersión unidad que se refiere a la medida de la variación en peso de cada individuo de la población, se observa entre el primer y segundo mes un aumento de 200 gramos aproximadamente. Posteriormente, se muestra un leve aumento entre el segundo y treceavo mes. Este aumento registrado en los primeros meses se debe principalmente a efectos de competencia por el alimento lo que hace posible que exista variación en el peso de los individuos

Por último, en el caso de FCRb biológico y FCRe económico se observa un comportamiento similar. Obteniéndose el mejor resultado al quinto mes con un valor aproximado de 0,7. Es decir, por cada 0,7 kilo de alimento suministrado a los peces se obtiene un kilo de biomasa. Valor que se encuentra por debajo de lo citado por HJERTENES (1991) con valores de 1,1. Este valor coincide con el máximo crecimiento porcentual, SGR, SFR y TGC registrado en ese mismo

mes. Por su parte, el mayor valor de **FCR biológico y económico** se registra al noveno mes con un valor aproximado de 1,6 esto coincide con la tenencia a la baja mostrada por las variables **crecimiento porcentual, SGR, SFR y TGC** en el mismo período.

4.2 Análisis de resultados.

4.2.1 Tasas específicas de crecimiento y alimentación SGR y SFR. En la FIGURA 6 se aprecia que no existe diferencia estadística ($p>0,05$) entre los distintos dispositivos de alimentación.

Los análisis estadísticos realizados a los resultados experimentales obtenidos muestran en el caso de la **tasa específica de crecimiento o SGR**, que el factor que ejerce un efecto significativo ($p<0,05$) es tiempo (mes), así como también, la temperatura ejerce un efecto significativo ($p<0,05$) como covarianza. Realizando pruebas de comparación de promedio cuyos resultados son expuestos en la FIGURA 7 y CUADRO 5.

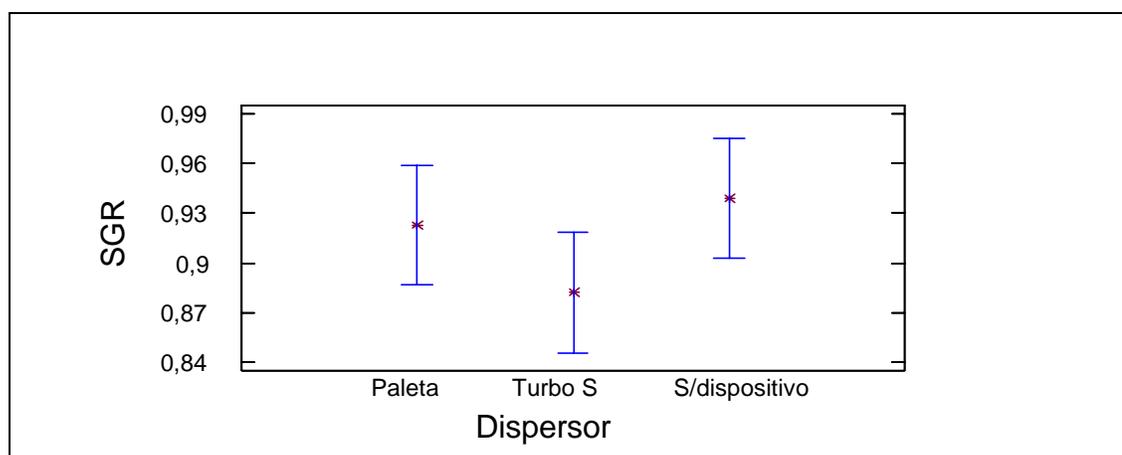


FIGURA 6. Prueba de Tukey para SGR en dispositivo de alimentación.

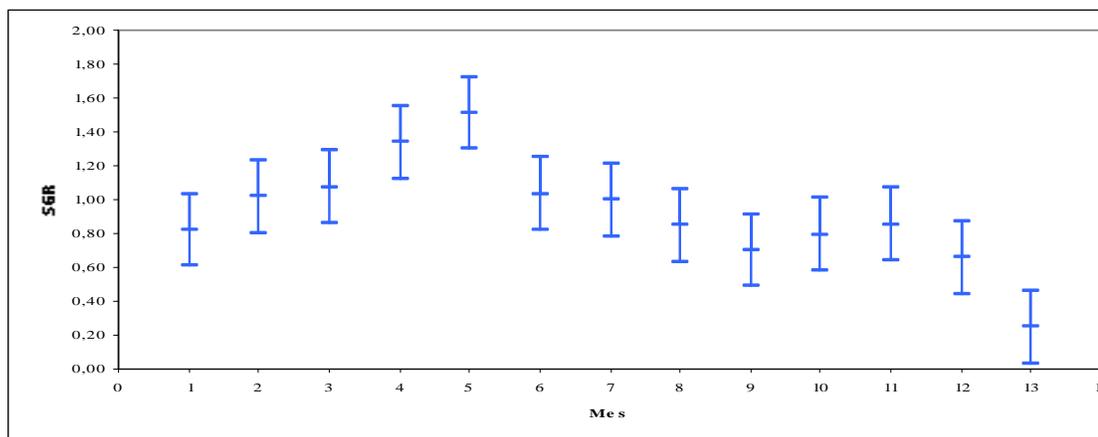


FIGURA 7. Prueba de Tukey para SGR respecto del tiempo

En cuanto al tiempo, en el CUADRO 5 se presentan los resultados de la prueba de comparación de promedios. En él se muestra la existencia de cuatro grupos estadísticos. Donde el mayor valor de SGR se presenta en el grupo a, al quinto y cuarto mes respectivamente con promedios de 1,51 y 1,34 respectivamente. Los grupos b y c constituyen grupos de valor intermedio con valores de 1,34 y 1,00 para el grupo b y de 1,07 y 0,66 para el grupo c. En cuanto al grupo d lo constituye los meses 12 y 13 con valores de 0,66 y 0,25 respectivamente presentando este grupo los menores valores de SGR.

En otras palabras se registra una mayor tasa de crecimiento en los meses donde se presentan temperaturas cercanas a los 10°C. Manteniéndose la tasa de crecimiento relativamente constantes durante el resto del periodo, mostrando una leve tendencia a la baja a medida que aumenta la temperatura. Presentándose al final un descenso en la tasa de crecimiento, efecto provocado por el aumento de los índices de mortalidad por brote Síndrome Rickettsial del Salmón.

CUADRO 5. Comparación de promedios por prueba de Tukey para SGR

MES	Temperatura °C	SGR
5	10,30	1,51±0,21 ^a
4	10,19	1,34±0,21 ^{ab}
3	10,19	1,07±0,21 ^{bc}
6	11,19	1,03±0,21 ^{bc}
2	10,80	1,02±0,21 ^{bc}
7	11,80	1,00±0,21 ^{bc}
11	12,00	0,85±0,21 ^c
8	12,09	0,85±0,21 ^c
1	11,47	0,82±0,21 ^c
10	13,00	0,80±0,21 ^c
9	12,50	0,70±0,21 ^c
12	12,00	0,66±0,21 ^{cd}
13	10,90	0,25±0,21 ^d

En cuanto a la tasa específica de alimentación o SFR los resultados de los análisis estadísticos indican que el factor que presentó un efecto significativo ($p < 0,05$) es el tiempo, junto con esto, la temperatura también mostró efecto significativo ($p < 0,05$) como covarianza. Los análisis de comparación de promedio para el dispositivo de alimentación son mostrados en forma gráfica en la FIGURA 8.

De ésta se desprende en cuanto a los dispositivos de alimentación que el dispositivo *turbo spreader* presenta un menor valor que los dispositivos de paleta y sin dispositivo. Siendo esta diferencia no estadísticamente significativa ($p > 0,05$).

En cuanto al tiempo, en el CUADRO 6 se observa la existencia de cinco grupos estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey. Donde el mayor

valor lo presentan los meses 4, 3, 2 y 5 correspondiente al grupo a con promedios comprendidos entre 1,43 y 1,12. Los grupos b, c y d corresponden grupos con valores intermedios con tendencia a la baja en el valor de SFR, cuyos promedios oscilan entre 1,27 a 0,87. En cuanto al grupo e este corresponde a los meses 12 y 13 con promedios de 0,87 y 0,59 los cuales registran el menor valor observado en el CUADRO 6.

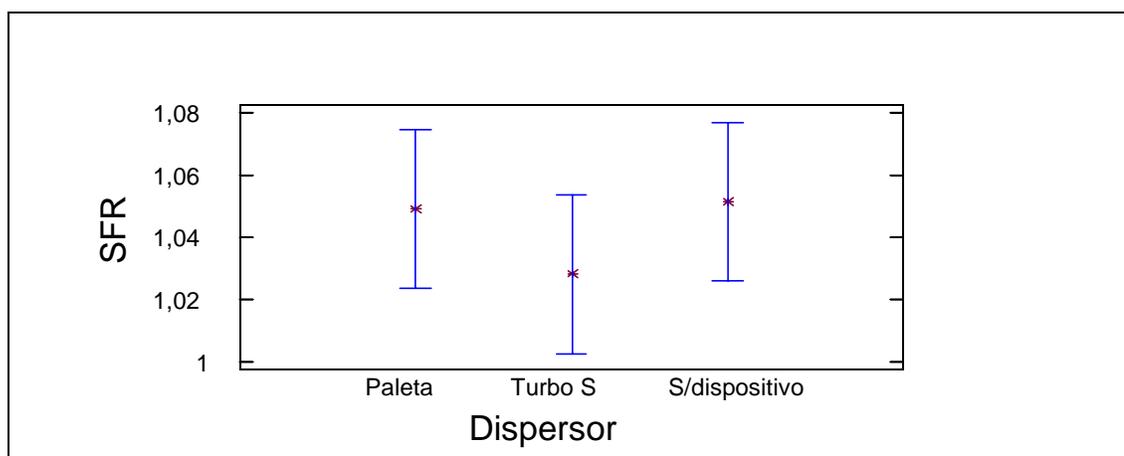


FIGURA 8. Prueba de Tukey para SFR respecto al dispositivo.

CUADRO 6. Comparación de promedios por prueba de Tukey para SFR

MES	Temperatura °C	SFR
4	10,19	1,43±0,15 ^a
3	10,19	1,27±0,15 ^{ab}
2	10,80	1,23±0,15 ^{abc}
5	10,30	1,12±0,15 ^{abcd}
8	12,09	1,04±0,15 ^{bcd}
6	11,19	1,03±0,15 ^{bcd}
9	12,50	1,03±0,15 ^{bcd}
7	11,80	1,02±0,15 ^{bcd}
1	11,47	1,00±0,15 ^{bcd}
11	12,00	0,98±0,15 ^{bcd}
10	13,00	0,94±0,15 ^{cd}
12	12,00	0,87±0,15 ^{de}
13	10,90	0,59±0,15 ^e

4.2.2 Tasas específicas de conversión de alimento biológica FCRb y económica FCRe. Los resultados obtenidos para estas variables muestran valores comprendidos entre 0,7 y 1,7 lo cual está dentro de los valores nominales de la industria.

Sin embargo, los análisis estadísticos muestran en el caso del FCR biológico que los factores que ejercen un efecto significativo son: tiempo como efecto principal y número final de peces como covarianza. No obstante, respecto del dispositivo de alimentación no se muestra diferencia estadística sino mas bien una leve tendencia al alza por parte del dispositivo *turbo spreader* tal como se muestra en la FIGURA 9 lo cual indica un menor grado de conversión respecto del alimento suministrado por este dispositivo, sin embargo, esto no constituye una diferencia estadística significativa ($p > 0,05$).

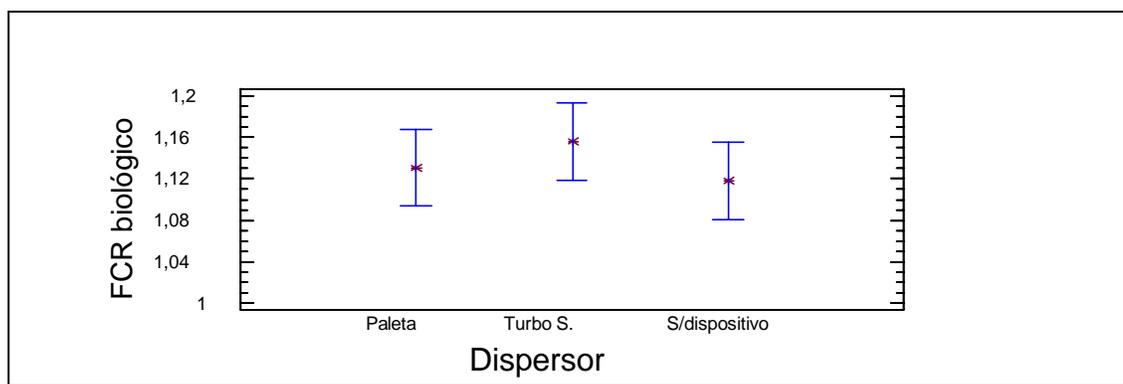


FIGURA 9. Prueba de Tukey para FCR biológico para dispositivo.

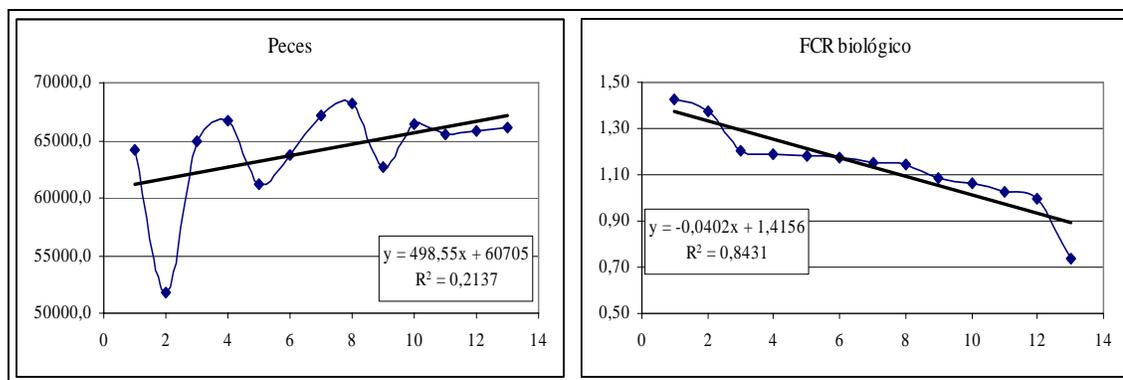


FIGURA 10. Relación entre número de peces y FCR biológico.

CUADRO 7. Comparación de promedios por prueba de Tukey para FCR biológico con respecto al tiempo (mes).

MES	Peces	FCR
9	64157,0	1,42±0,22 ^a
13	51723,0	1,38±0,22 ^a
8	64925,0	1,21±0,22 ^a
3	66763,3	1,19±0,22 ^a
12	61229,3	1,18±0,22 ^{ab}
10	63804,7	1,17±0,22 ^{ab}
2	67197,3	1,15±0,22 ^{ab}
1	68191,0	1,14±0,22 ^{ab}
11	62725,3	1,08±0,22 ^{ab}
4	66436,0	1,07±0,22 ^{ab}
7	65454,3	1,03±0,22 ^{ab}
6	65785,0	1,00±0,22 ^{ab}
5	66142,3	0,74±0,22 ^b

En cuanto al tiempo (mes) se observa en el CUADRO 7 se observa la existencia de dos grupos estadísticamente iguales. Los cuales se superponen entre sí, observándose una disminución del FCR biológico a medida que aumenta el número de peces. Esta relación se observa de mejor forma en la FIGURA 10, en la cual se muestra que a medida que aumenta el número de peces disminuye el valor de FCR biológico.

Respecto del FCR económico, los análisis estadísticos indican que los factores que mostraron efecto significativo ($p < 0,05$) son tiempo (mes) como factor y número final de peces como covarianza. En cuanto al tipo de dispositivo de alimentación, el dispositivo de paleta y la alimentación sin dispositivo mostraron un mayor valor que el dispositivo *turbo spreader*. Presentando este último un mejor desempeño respecto de los demás dispositivos estudiados. Sin embargo, esta leve variación a favor del dispositivo *turbo spreader* no constituye una diferencia significativa ($p > 0,05$) tal como se muestra en la FIGURA 11.

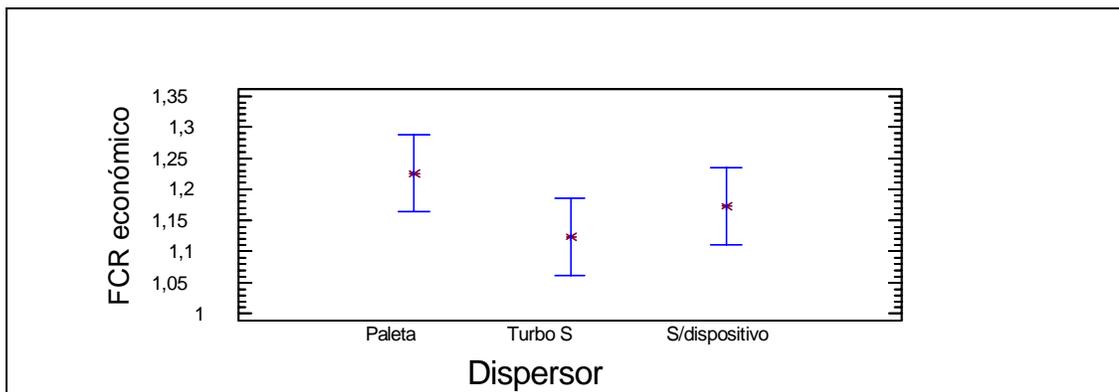


FIGURA 11. Prueba de Tukey para FCRb biológico para dispositivo.

CUADRO 8. Comparación de promedios por prueba de Tukey para FCR económico respecto del tiempo (mes).

Mes	Peces	FCRe
9	64157,0	1,51±0,37 ^a
12	51723,0	1,36±0,37 ^{ab}
8	64925,0	1,25±0,37 ^{ab}
13	66763,3	1,24±0,37 ^{ab}
1	61229,3	1,22±0,37 ^{ab}
2	63804,7	1,22±0,37 ^{ab}
3	67197,3	1,21±0,37 ^{ab}
10	68191,0	1,20±0,37 ^{ab}
11	62725,3	1,17±0,37 ^{ab}
4	66436,0	1,08±0,37 ^{ab}
7	65454,3	1,05±0,37 ^{ab}
6	65785,0	1,01±0,37 ^{ab}
5	66142,3	0,74±0,37 ^b

En cuanto al tiempo se observa una superposición de dos grupos estadísticos con una tendencia a la baja a medida que aumenta el número de peces.

4.2.3 Dispersión. Los análisis estadísticos realizados a los resultados obtenidos sobre la dispersión. Muestran que los factores que presentan un

efecto significativo son tiempo como efecto principal y temperatura como covariante. Respecto de los dispositivos de alimentación estos no mostraron diferencia entre sí, esto puede ser apreciado de mejor forma en la FIGURA 12.

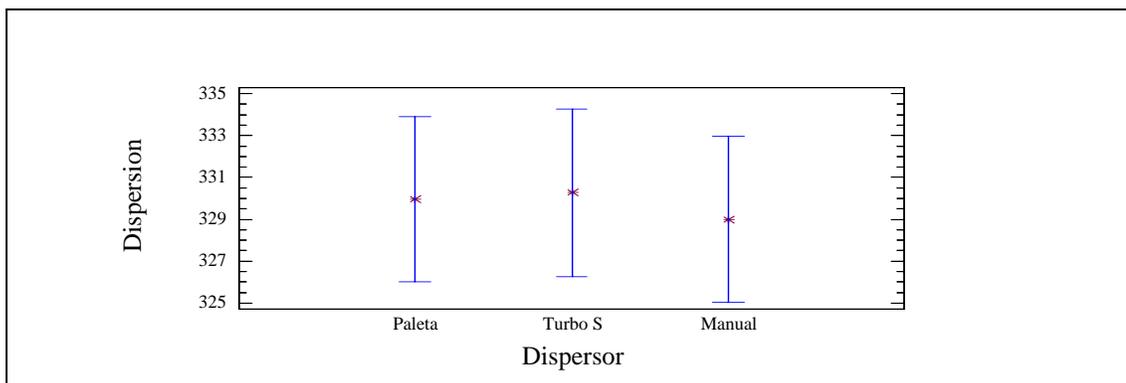


FIGURA 12. Prueba de Tukey para dispersión en dispositivo.

CUADRO 9. Comparación de promedios por prueba de Tukey para la dispersión respecto del tiempo (mes).

Mes	Temperatura	Dispersión
9	12,5	389±23,41 ^a
8	12,09	376±23,41 ^{ab}
11	12,00	371±23,41 ^{ab}
10	13,00	364±23,41 ^{abc}
12	12,00	359±23,41 ^{abcd}
7	11,80	353±23,41 ^{abcde}
6	11,19	348±23,41 ^{abcde}
13	10,90	338±23,41 ^{abcde}
2	10,80	323±23,41 ^{cde}
3	10,19	317±23,41 ^{cde}
4	10,19	315±23,41 ^{de}
5	10,30	308±23,41 ^e
1	11,47	125±23,41 ^f

En cuanto al tiempo en el CUADRO 11 se observa la superposición de los grupos estadísticos a, b, c, d Y e en forma descendente, siendo el grupo f

constituido por un solo mes el cual presenta el menor valor, observándose una disminución en la dispersión a medida que disminuye la temperatura.

5 CONCLUSIONES

La presencia o ausencia de dispositivos de distribución de alimento no afecta las variables de medición de crecimiento **SGR**, **SFR**, **FCRe**, **FCRb** y **dispersión**.

Las tasas específicas de crecimiento **SGR** y alimentación **SFR** disminuyen a medida que aumenta la temperatura, no así, la **dispersión** que disminuyó a medida que bajó la temperatura.

Los factores de conversión de alimento **FCR biológico** y **económico** son dependientes del número de peces, evidenciándose una baja a medida que aumenta el número de peces.

6 RESUMEN

En esta investigación, se pretendió averiguar si la presencia o ausencia de dispositivos de dispersión de alimento en el proceso de engorda del salmón del atlántico afecta su crecimiento a través del estudio del comportamiento de las variables **SGR** (*specific growth rate*), **SFR** (*specific food rate*), **FCR** (*food conversion rate*) económico, **FCR** (*food conversion rate*) biológico y **dispersión**.

Para ello entre los meses de mayo del 2004 a mayo del 2005 se tomaron muestras cada treinta días de las jaulas del centro Peldehue y de propiedad de la empresa Fjord Seafood. Tomando como factores el dispositivo de alimentación con tres niveles (paleta, turbo *spreader* y sin dispositivo) y tiempo con trece niveles lo que corresponden a cada mes comprendido en este estudio, junto con esto, también se consideró como cofactor a la temperatura promedio del agua y al número de peces.

Los resultados mostraron que las variables estudiadas no se vieron afectadas por los dispositivos de alimentación usados. Sin embargo, el tiempo referido a los meses, temperatura del agua y número de peces mostraron efectos sobre las variables estudiadas.

SUMMARY

This research strives to document and verify the effects of Feeding Devices in the on-growing period of Atlantic salmon. Variables such as **SGR** (*specific growth rate*), **SFR** (*specific food rate*), **FCR** (*food conversion rate*), **Economy**, **FCR** (*food conversion rate*), **biology**, and **dispersion** were considered in this study.

Samples were taken every 30 days from cages from the Peldehue site (Property Fjord Seafood Chile) between the months of May 2004 and May 2005. Three categories were defined (Palette-type, turbo spreader, and no device.) Every month corresponds to one level in this study. The two other co factors along with these 13 levels considered are average water temperature and number of fish.

The results of this study clearly show in spite of variations in feeding devices the all of the variable measured went unaffected. However, variations of the time referred to in terms of months, water temperature and fish quantity did affect all variables that were analyzed.

7 BIBLIOGRAFIA

- AQUANOTICIAS. 2002. Sistemas automatizados de alimentación: beneficio ambiental y economico para la salmonicultura. Febrero: 6-11.
- ARNE, J. 1999. Disease prevention and control. En Manual of salmon farming. Primera edición. Fishing News Books. London. UK. 329 p.
- AUSTRENG, E. OLLI, J. ARNESEN, P. 1993. Feeding of salmonids. In Fishkeoppdrett. Landbruksforlaget, Oslo. 157-182.
- AUSTRENG, E. STOREBAKKEN, T. 1987. Growth rate estimates for culture atlantic salmon and rainbow trout. Aquaculture. 60: 157-160.
- COLGAN, P. 1973. Motivational analysis of fish feeding. Behavior. 45:38-40
- FLETCHER, D. 1984. The physiological control of appetite in fish. Comparative biochemistry and physiology. 4:617-628.
- HANKELL, D. 1959. Journal of N.Y. Fish game. 6: 204.
- HANSEN, T. STEFANSSON , S. TARANGER, G. 1992. Growth and sexual maturation in atlantic salmon *Salmo salar* , reared in sea cages at two light regimes. Aquaculture and fisheries management. 23: 275-280.

- HIGGINS, P. TALBOT, C. 1985. Growth and feeding in juvenile atlantic salmon *Salmo salar*. Nutrition and feeding fish. Academic Press. London. UK. 243-263p.
- HJERTENES, O. 1991. Feed and feeding. En Manual of salmon farming. Primera edición. Fishing News Books. London. UK. 329 p.
- JOSEPHSON, D. LINDSAY, R. STUIBER, D. 1991. Volatile carotenoid-related oxidation compounds contributing to cooked salmon flavor. Food Science and Technology. 24: 424-432.
- KORSØEN, Ø. TVENNING, L. 2000. Variación del apetito en los peces de cultivo. Skretting, Vol. 9. 1: 124-127.
- KRÅKNESS, R. HANSEN, T. STEFANSSON, O. TARANGER, G. 1991. Continuous light increases growth rate of atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts in sea cage. Aquaculture 95: 281-287.
- LUCO, R. PROESSEL, O. BAHAMONDE, R. 2003. La acuicultura en Chile. En Gestión de la calidad en las actividades marítimo portuario-pesqueras. Instituto de ciencias navales y marítimas. Fac. de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Austral de Chile. 129 pp.
- MAWDESLEY, T. 1972. Diseases of fish. In symposia of the Zoological Society of London. Academic Press. London. UK. 380pp.

PRIEDE, I. SECOMBER, C. 1988. The biology of fish production. In: Laird, L.M., Needhan, T. Salmon and Trout Farming. Ellis HorwoodLtd., England,

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 2001. Diccionario de la lengua española. TOMO II. Vigésima segunda edición. Espasa. España. 121-288p

SALMONCHILE, 2005, www.salmonchile.cl, 23 de Octubre de 2005.

SKYBAKMOEN, S. 1993. Producción pre-smolts – medidas ambientales, usos de recursos y rentabilidad. Informe NFFR de NHI. Sintef, 43p.

SMITH, I. METCALF, N. HUNTINGFORD, F. KADRI, S. 1993. Daily and seasonal patterns in the feeding behaviour of atlantic salmon *Salmo salar* in sea cages. Aquaculture 117: 165-178.

SPECCE, J. 1973. The effect of dietary water content and feeding rate.

TALBOT, C. 1984. Some aspects of biology of feeding and growth in fish. Proceedings of the Nutrition Society. 52: 403-413.

TARANGER, G. HAUX, C. WALTER, B. STEFANSSON, S. BJÖRNSSON, B. HANSEN, T. 1991. Photoperiodic control of growth, incidence of sexual maturation and ovulation in adult atlantic salmon. In Fourth international Symposium reproductive physiology of fish. 145-147.

TVENNING, L. GISKEGJERDE, T. 1996. Factor de conversión en función de la concentración del alimento. I Debden. 2:96

WILLOUGHBY, S. 1999. Manual of salmon farming. Primera edición. Fishing News Books. London. UK. 329 p.

ZUÑIGA, A. 2004. Aportes nutricionales del salmón. SalmónChile Intesal. 30pp

8. ANEXOS

ANEXO 1

Resultados generales.

Dispensor	Mes	Nº final de peces	Alimento consumido Kg	Dispersión	Temperatura °C del Agua	Porcentaje de crecimiento	SGR%	SFR	TGC	FCR económico	FCR biológico
Paleta	1	67255±4966	797±576	129±57	11,47±0,06	10±7,02	0,72±0,28	0,88±0,36	1,06±0,44	1,22±0,02	1,14±0,01
Paleta	2	65873±4110	3230±611	323±0	10,8±0	35±7,7	1±0,19	1,23±0,14	1,67±0,24	1,24±0,1	1,15±0
Paleta	3	65447±4059	4760±860	317±0	10,19±0	39±6,83	1,07±0,15	1,28±0,12	2±0,3	1,21±0,17	1,18±0,17
Paleta	4	65105±4023	7793±629	315±0	10,19±0	51,75±2,62	1,35±0,06	1,45±0,08	2,87±0,15	1,07±0,05	1,06±0,05
Paleta	5	64702±3894	8903±1276	308±0	10,3±0	54,75±6,44	1,46±0,14	1,11±0,08	3,56±0,4	0,76±0,1	0,75±0,1
Paleta	6	64217±3749	12324±502,16	348±0	11,19±0	36,75±6,65	1,01±0,15	1,03±0,06	2,57±0,32	1,03±0,13	1,01±0,13
Paleta	7	63834±3830	16155±773,95	353±0	11,8±0	33±7,83	0,95±0,19	1,04±0,04	2,57±0,59	1,12±0,25	1,1±0,24
Paleta	8	63499±4140	21795±1436,01	376±0	12,09±0	31±6,68	0,87±0,16	1,02±0,06	2,5±0,37	1,19±0,2	1,17±0,19
Paleta	9	63153±4470	28618±1567,55	389±0	12,5±0	26±5,71	0,74±0,14	1,05±0,04	2,24±0,34	1,45±0,27	1,41±0,23
Paleta	10	62802±4891	29262±1736	364±0	13±0	23,5±4,5	0,75±0,12	0,95±0,05	2,39±0,3	1,29±0,23	1,24±0,16
Paleta	11	61852±6063	43101±2495	371±0	12±0	30±5,41	0,85±0,13	1±0,03	3,27±0,51	1,19±0,15	1,12±0,16
Paleta	12	61107±6034	47167±2979	359±0	12±0	24±2,16	0,72±0,06	0,89±0,05	2,99±0,28	1,24±0,12	1,18±0,14
Paleta	13	58710±5750	41204±907	338±0	10,9±0	13±3,82	0,39±0,1	0,63±0,03	2,41±0,12	1,72±0,48	1,22±0,03
Turbo S.	1	69538±1801	1018±753	129±84	11,47±0,06	10,75±6,07	0,94±0,13	1,12±0,15	1,35±0,11	1,19±0,02	1,14±0,02
Turbo S.	2	68975±1995	3457±1143	323±0	10,8±0	35±3,55	1±0,09	1,19±0,1	1,64±0,25	1,18±0,04	1,15±0
Turbo S.	3	68668±2024	5164±1762	317±0	10,19±0	37±7,52	1,02±0,17	1,26±0,1	1,89±0,23	1,28±0,34	1,27±0,33
Turbo S.	4	68424±2039	7943±1411	315±0	10,19±0	49,25±7,36	1,29±0,15	1,4±0,11	2,73±0,38	1,1±0,19	1,09±0,19
Turbo S.	5	68206±2054	10129±1273	308±0	10,3±0	58,75±2,06	1,55±0,05	1,12±0,1	3,75±0,32	0,72±0,06	0,71±0,05
Turbo S.	6	67898±2113	12993±1096	348±0	11,19±0	38,75±12,28	1,05±0,28	1,02±0,14	2,65±0,55	0,99±0,12	0,98±0,12
Turbo S.	7	67567±2069	16833±2735	353±0	11,8±0	34,75±7,84	0,99±0,2	0,99±0,07	2,69±0,69	1,04±0,26	1±0,23
Turbo S.	8	67005±1930	23874±3630	376±0	12,09±0	29,75±4,57	0,84±0,11	1,03±0,1	2,44±0,29	1,24±0,11	1,2±0,12
Turbo S.	9	65902±1228	28648±3182	389±0	12,5±0	23,75±5,9	0,68±0,14	0,98±0,1	2,2±0,37	1,47±0,31	1,35±0,23
Turbo S.	10	65579±1134	30151±3314	364±0	13±0	23,75±3,77	0,77±0,11	0,92±0,08	2,42±0,26	1,21±0,11	1,18±0,11
Turbo S.	11	64469±752	45240±5196	371±0	12±0	31,25±3,3	0,88±0,09	0,98±0,08	3,42±0,13	1,11±0,09	1,04±0,08
Turbo S.	12	61991±1328	45219±1938	359±0	12±0	18,5±3,69	0,55±0,1	0,82±0,09	2,73±0,1	1,48±0,12	1,18±0,08
Turbo S.	13	50432±15506	33780±7062	338±0	10,9±0	3,25±12,01	0,08±0,38	0,53±0,14	2,07±0,41	0,94±1,18	1,43±0,43
S/Dispositivo	1	67780±1967	734±489	117±70	11,47±0,06	8,75±6,07	0,8±0,07	0,99±0,14	1,17±0,16	1,24±0,1	1,14±0,01
S/Dispositivo	2	66744±1431	3189±488	323±0	10,8±0	36,25±7,54	1,03±0,18	1,25±0,16	1,68±0,23	1,21±0,07	1,15±0
S/Dispositivo	3	66175±1540	4702±1129	317±0	10,19±0	41,75±5,5	1,12±0,13	1,27±0,21	2,1±0,27	1,12±0,1	1,1±0,11
S/Dispositivo	4	65779±1724	7681±321	315±0	10,19±0	52,5±4,04	1,36±0,09	1,43±0,1	2,87±0,19	1,05±0,07	1,04±0,06
S/Dispositivo	5	65519±1688	9056±1280	308±0	10,3±0	57±3,55	1,51±0,09	1,12±0,09	3,64±0,27	0,74±0,07	0,74±0,07
S/Dispositivo	6	65240±1592	12553±595	348±0	11,19±0	37,5±2,64	1,03±0,07	1,03±0,1	2,6±0,13	1±0,06	0,99±0,05
S/Dispositivo	7	64962±1522	16330±1240	353±0	11,8±0	36,75±7,36	1,04±0,17	1,01±0,09	2,8±0,48	0,99±0,19	0,98±0,19
S/Dispositivo	8	64271±1261	23035±1278	376±0	12,09±0	29,5±8,06	0,82±0,19	1,04±0,09	2,42±0,4	1,3±0,2	1,23±0,16
S/Dispositivo	9	63416±1570	29470±2483	389±0	12,5±0	23,25±4,57	0,67±0,11	1,05±0,06	2,13±0,29	1,6±0,29	1,5±0,26
S/Dispositivo	10	63033±1937	29822±1985	364±0	13±0	27±2,16	0,85±0,06	0,95±0,04	2,71±0,25	1,11±0,05	1,08±0,06
S/Dispositivo	11	61855±3160	42532±2889	371±0	12±0	29±5,03	0,82±0,13	0,95±0,07	3,24±0,29	1,18±0,18	1,08±0,1
S/Dispositivo	12	60590±4105	48802±5068	359±0	12±0	23,25±6,5	0,69±0,18	0,9±0,1	3,06±0,38	1,35±0,36	1,17±0,16
S/Dispositivo	13	46027±29613	39258±9354	338±0	10,9±0	9,25±12,89	0,26±0,4	0,59±0,1	2,26±0,35	1,04±0,71	1,47±0,44

ANEXO 2**Prueba de Homogeneidad de varianza para SFR**

Variance Check

Cochran's C test: 0,344045 P-Value = 1,0
Bartlett's test: 1,00029 P-Value = 0,977926
Hartley's test: 1,06044

ANEXO 3**Prueba de Homogeneidad de varianza para SGR**

Variance Check

Cochran's C test: 0,401471 P-Value = 0,315744

Bartlett's test: 1,014 P-Value = 0,34851

Hartley's test: 1,50646

ANEXO 4**Prueba de Homogeneidad de varianza para FCRb**

Variance Check

Cochran's C test: 0,382597 P-Value = 0,53742

Bartlett's test: 1,02299 P-Value = 0,178428

Hartley's test: 1,6015

ANEXO 5**Prueba de Homogeneidad de varianza para FCR_e**

Variance Check

Cochran's C test: 0,460648 P-Value = 0,0337813

Bartlett's test: 1,0355 P-Value = 0,0709706

Hartley's test: 1,82783

ANEXO 6**Prueba de Homogeneidad de varianza para Dispersión**

Variance Check

Cochran's C test: 0,351624 P-Value = 1,0
Bartlett's test: 1,00093 P-Value = 0,931837
Hartley's test: 1,11123

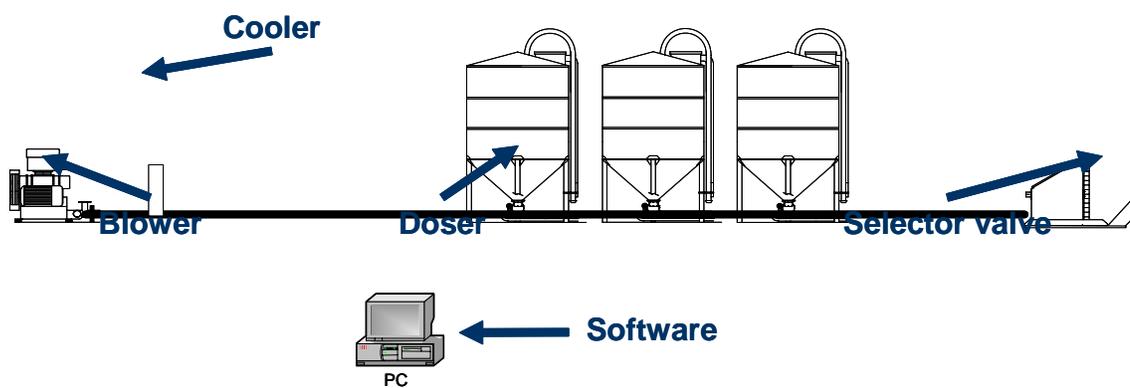
ANEXO 7

Exportaciones del sector pesquero

Millones de Dólares FOB Chile														
Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Harina de pescado	465	540	366	453	633	612	552	349	282	235	257	320	373	362
%	42%	42%	31%	33%	36%	35%	29%	21%	16%	13%	14%	16%	17%	14%
Salmón y Trucha	159	265	291	350	489	538	668	714	818	973	964	973	1.147	1.439
%	14%	20%	25%	26%	27%	30%	36%	43%	46%	52%	52%	50%	51%	56%
Otros productos	494	490	515	563	660	621	652	611	684	667	639	666	726	777
%	44%	38%	44%	41%	37%	35%	35%	37%	38%	36%	34%	34%	32%	30%
Total	1.118	1.295	1.172	1.366	1.782	1.772	1.873	1.674	1.784	1.875	1.861	1.959	2.246	2.579
% Variación		16%	-9%	17%	30%	-1%	6%	-11%	7%	5%	-1%	5%	15%	15%
Miles de Toneladas Netas														
Harina de pescado	1.001	1.081	929	1.167	1.329	1.056	929	501	592	537	495	508	609	519
%	75%	79%	75%	73%	74%	69%	69%	54%	55%	51%	43%	42%	47%	40%
Salmón y Trucha	33	50	60	76	98	135	160	182	155	206	300	331	286	355
%	2%	4%	5%	5%	5%	9%	12%	19%	14%	20%	26%	27%	22%	27%
Otros productos	292	239	243	359	366	330	263	250	325	309	362	373	398	439
%	22%	17%	20%	22%	20%	22%	19%	27%	30%	29%	31%	31%	31%	33%
Total	1.326	1.370	1.232	1.602	1.792	1.521	1.352	932	1.072	1.053	1.158	1.212	1.293	1.313
% Variación		3%	-10%	30%	12%	-15%	-11%	-31%	15%	-2%	10%	5%	7%	2%

ANEXO 10

Esquema funcionamiento Sistema Alimentación automático.



ANEXO 11

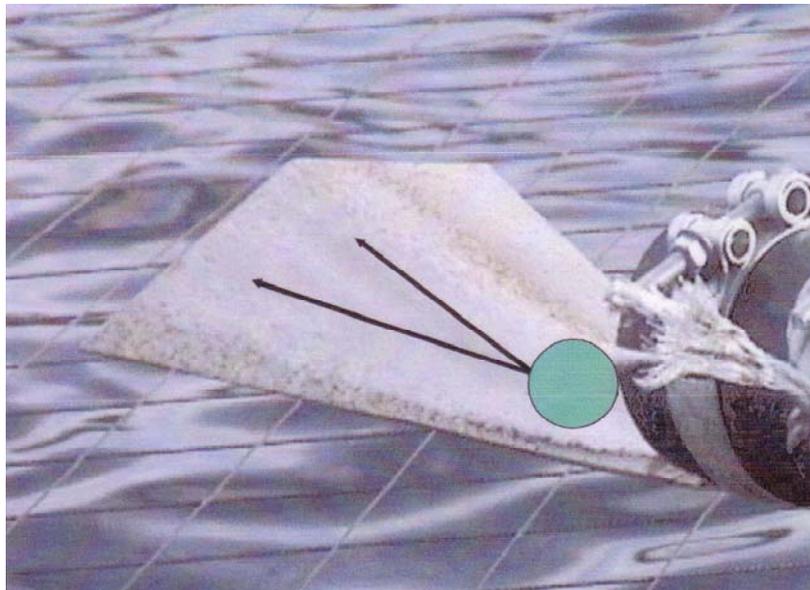
Ponton de Alimentación Automática.



ANEXO 12

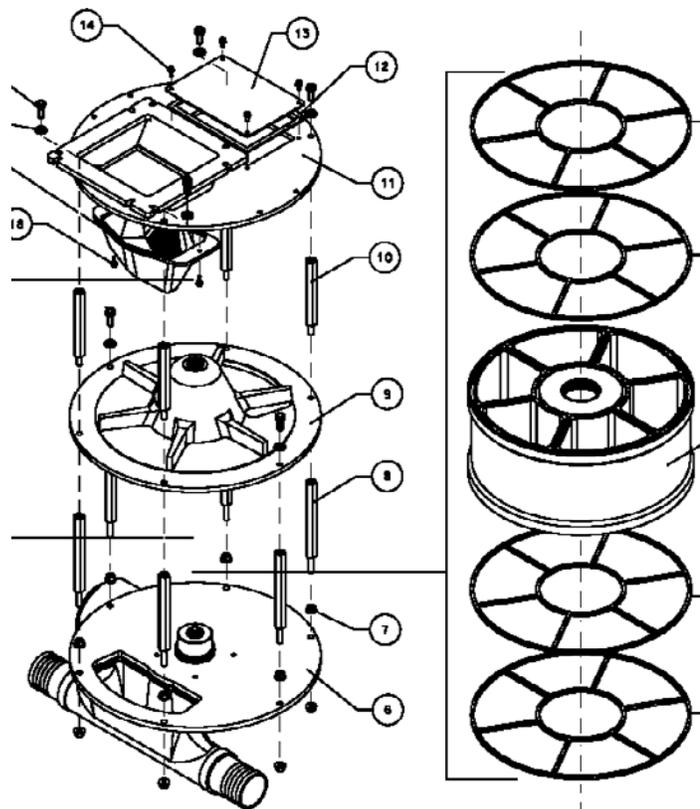
Dispersador de alimento Turbo Spreader.



ANEXO 13**Dispersador de alimento Paleta.**

ANEXO 14

Dosificador de Alimentador Automático



ANEXO 15

Blower

lution of conveyed gas, moreover, ensures a steady efficiency of the outlet r throughout the time. The silencer of ROBOX packages is the ite, common to the blower and to the

The baseplate of the noise enclosure is made of steel and designed with lifting facilities for easy handling with fork-lifts.



ANEXO 16
Válvula Selectora



ANEXO 17

Procedimiento estándar de muestreo de peces en centros de cultivos

Documento N°: x x	Nombre del documento: PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO DE MUESTREO DE PECES				
Página de 1 2	Fecha: 04.09.2002	Usar en: Centro Mar	Escrito por: Producción	Aprobado por:	

1. **OBJETIVO:**

Estandarizar los procedimientos de muestreo de peces con el objeto de establecer variables cuantitativas, que permitan un análisis estadístico-productivo de los peces.

2. **REGISTRO:**

Registro muestreo de peces.(Anexo 6)

3. **PROCESO:****Responsable:**

Jefe de Centro

Procedimiento:

- 3.1 La frecuencia de muestreo será quincenal y mensual
- 3.2 En la quincena se muestrearán 3 jaulas por lote la de peor crecimiento, la mejor y una que se encuentre en la media, con el objeto de visualizar como van los crecimientos con respecto lo proyectado a inicios de cada mes, permitiendo así corregir las curvas de crecimiento y las tasas de alimentación.
- 3.3 En el muestreo mensual se iniciará entre el 27 y 30 de cada mes y se muestrearán todas las jaulas.
- 3.4 Se deberá contar con un bins, el que se llenará con 250 a 300lt de agua, agregando entre 30 a 40 ml de anestésico (BZ-20). El agua del bins se renovará cada 2 jaulas.
- 3.5 Las personas encargadas de llevar a cabo esta tarea deben ser en lo posible siempre las mismas, para evitar la variabilidad de criterios entre uno y otro muestreo. Para realizar esta labor se contará con 5 personas más el asistente o Jefe de Centro, quien tendrá la responsabilidad de ejecutar el muestreo.
- 3.6 La pesa a utilizar será electrónica, de una sensibilidad de 10 gr.. Se debe eliminar el agua residual entre cada pesaje, tarando la balanza cada vez que sea necesario.
- 3.7 La red de lance debe ser de 20*20 mt.(de arrastre) sin primolite de 1 a 1 ½ pulga, en uno de sus lados deberá llevar una relinga de plomo, la que se dejará caer a una profundidad tal que permita extraer una cantidad representativa de la población (1000 peces como mínimo). Al momento de ejecutar los “lances” no se debe utilizar alimento para atraer los peces, pues produce sesgo en la muestra.
- 3.8 El tamaño de la muestra mínimo será de 100 peces para jaulas de 20*20 mt., y de 140 peces para jaulas de 30 mt de Ø.Los peces serán tomados con una quecha no más de 10 para peces pequeños y entre 2 o 3 para superiores a los dos kilos.

- 3.1 Peces menores a 600 gr. se depositaran en el bins no mas de 50, para peces superiores a 1 kilo no superara los 33 peces y sobre los 3 kilos no superara los 20 peces por bins.
- 3.2 Los parámetros a medir serán peso, presencia de piojos, estado de madurez, deformidades (lordosis, escoliosis, o mandíbula), calidad, heridas entre otras.

De las consideraciones especiales.

- 3.3 No se realizara el procedimiento cada vez que las condiciones ambientales sean adversas (viento, oleaje, fuertes corrientes, bloom de microalgas, etc..).
- 3.4 No se manejaran los peces cuando las jaulas se encuentren con altas tasas de mortalidad o en condiciones sanitarias deprimidas.
- 3.5 No se realizara el procedimiento, toda vez en que el muestreo sea poco trasparente o nos pueda llevar a error, dado la relevancia que tiene este procedimiento dentro de los cálculos productivos del centro.
- 3.6 Cuando no sea posible muestrear, se deberá ajustar las proyecciones de peso de fin de mes de acuerdo al muestreo obtenido en la quincena.