

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
ESCUELA CIENCIAS DEL MAR

Evaluación del efecto de estrategias de alimentación y dietas sobre el crecimiento de turbot (*Scophthalmus maximus*) durante la engorda en un centro de cultivo de Los Molles.

PROYECTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO ACUICULTOR  
POR  
Yovanessa Alejandra Arrué González

VALPARAISO  
2017

**Comité de Titulación:**

**Profesor Guía : Dr. José Gallardo M.**

**Profesor : Dr. Guido Plaza P.**

**Profesor : Dr. Felipe Hurtado F.**

## **AUTORIZACIÓN DE USO**

Al presentar este Proyecto como último requisito para la obtención del título de Ingeniero Acuicultor, autorizo a la biblioteca de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, para que disponga libremente de ella. Autorizo además reproducciones parciales o totales de este Proyecto sólo con fines académicos.

---

Yovanessa Alejandra Arrué González

DEDICATORIA

A mi Familia ☺!

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres por su inmenso apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado, a ti Mamá por ser un pilar fundamental en mi vida.

A mis hermanitos Ramón y Fabián por darme siempre amor, compañía, algún consejo siendo estos los adecuados, gracias por estar en cada momento de mi vida, por ser tan unidos y preocupados, los amo hermanitos queridos.

A mis tatas!!! Son mi ejemplo de vida, el cariño y amor que nos entregan a todos, ya sea familia, amigos, desconocidos, son lo máximo!

Mis agradecimientos a mi profesor guía de este proyecto, Dr. José Gallardo Matus, por apoyarme en estos largos años y por estar siempre dispuesto en dar alguna solución ante todo, mil gracias por todo.

Agradezco a Dios!

## CONTENIDO

PORTADA DE TITULACION	
<b>COMITÉ DE TITULACIÓN:</b>	<b>II</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE USO</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>V</b>
<b>CONTENIDO</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>X</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XI</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA ESPECIE	4
2.2. CRECIMIENTO EN PECES	5
2.3. ESTRATEGIAS DE ALIMENTACION	6
2.4. DIETAS	7
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>8</b>
3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	8
3.2. Estrategias de alimentación	9
3.3. Dietas.	10
3.4. ANALISIS ESTADISTICO	10
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>14</b>
4.1. EVALUACION DE ESTRATEGIAS DE ALIMENTACION.	14
4.2. EVALUACION DE DIETAS.	15
<b>5. DISCUSION</b>	<b>17</b>
<b>6. CONCLUSION</b>	<b>18</b>
<b>7. REFERENCIAS</b>	<b>19</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>22</b>
ANEXO I:	23
ANEXO II:	26
ANEXO III:	27

## CONTENIDO DE FIGURAS

- Figura 1: *Scophthalmus maximus* en cautiverio. 4
- Figura 2: Incremento del peso del cuerpo de *Scophthalmus maximus* bajo dos estrategias de alimentación, alimentación a saciedad y restringida a un 1.2% del peso del cuerpo, durante un periodo de engorda de 110 días. Número de peces con alimentación a saciedad = 668. Número de peces con alimentación restringida = 668. 14
- Figura 3: Incremento del peso del cuerpo de *Scophthalmus maximus* bajo dos dietas diferentes, SPASA y BIOMAR, durante un periodo de engorda de 305 días. Número de peces alimentados con dieta BIOMAR = 2425. Número de peces alimentados con dieta SPASA = 2437. Estrategia de cosecha empleado por empresa se señala con flecha verde. Período de término de dietas señalado con flecha morada. 16

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de calidad de agua recomendados para turbot en etapa de engorda ( <i>Scophthalmus maximus</i> ).	5
Tabla 2: Número se peces registrados por muestreos realizados durante evaluación de estrategias de alimentación.	8
Tabla 3: Número se peces registrados por muestreos realizados durante evaluación de dietas de alimentación.	9
Tabla 4: Contenido de sustancias nutritivas de dieta BIOMAR y SPASA	10
Tabla 5: Análisis de varianza para los efectos de las estrategias de alimentación y días de crecimiento sobre el peso del cuerpo de turbot ( <i>Scophthalmus maximus</i> ), durante un período de engorda de 110 días.	15
Tabla 6: Análisis de varianza para los ajustes de dietas y días de crecimiento, sobre el peso del cuerpo del turbot durante un período de engorda de 305 días.	16
Tabla 7: Análisis de normalidad en prueba de estrategias.	23
Tabla 8: Análisis de supuestos de homogeneidad en evaluación de estrategias.	23
Tabla 9: Análisis de normalidad para la evaluación de estrategias.	24
Tabla 10: Análisis de homogeneidad en evaluación de estrategias.	24
Tabla 11: Análisis de normalidad de datos de evaluación de dietas.	24
Tabla 12: Análisis de homogeneidad de los residuos de los datos de evaluación de dietas	25
Tabla 13: Análisis de supuestos de normalidad en evaluación de dietas.	25
Tabla 14: Análisis de supuestos de homogeneidad en evaluación de dietas.	25
Tabla 15: Promedio y variación del peso del cuerpo en turbot alimentados con dos estrategias de alimentación diferentes Saciedad y Alimentación restringida durante 110 días.	26
Tabla 16: Promedio y variación del peso del cuerpo en turbot alimentados con dos dietas diferentes BIOMAR Y SPASA durante 305 días.	26

Tabla 17: Estimación de costos anuales en alimento comercial (BIOMAR) y de elaboración propia (SPASA) para una producción estimada de 300 toneladas de turbot (*Scophthalmus maximus*).

27

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto de las estrategias de alimentación a saciedad y restringida 1.2% PC y el efecto de dieta comercial BIOMAR y de elaboración propia SPASA, sobre el crecimiento en etapa de engorda de la especie turbot (*Scophthalmus maximus*), a partir de dos grupos de datos de diferentes cepas y periodos de tiempo.

El estudio es planteado por la empresa SEAFOOD RESOURCES S.A. de la región de Valparaíso, que busca respaldar las decisiones a nivel productivo, para las estrategias y dietas de alimentación que generen el mayor crecimiento en el periodo de engorda de la especie turbot.

Los datos para la evaluación de estrategias fueron registrados desde el año 2009 al 2010, con un total de 4.862 peces de muestra. Para la evaluación de las dietas, los datos fueron registrados desde 2009 al 2010, con un total de 1.336 peces de muestra. Para realizar la identificación del efecto que tienen las variables y sus interacciones sobre el crecimiento en peso, se realizó un análisis de varianza y la comprobación de los supuestos de trabajo de los residuos mediante el programa SAS.

Los resultados derivados de la evaluación de las estrategias no demostraron variación en el peso en ambas poblaciones estudiadas, donde se obtuvo un coeficiente de determinación  $R^2=0,45$  ( $P=0,98$ ), siendo el mismo peso para la estrategia a saciedad y para la alimentación restringida, 6.559 g. El análisis de las dietas, demostró un coeficiente de determinación  $R^2=0.70$  ( $P<0,001$ ), las variación en el peso en el periodo de tiempo BIOMAR  $5,35 \pm 0,06$  g, lo que indica a medida que los peces crecen en ese periodo de cosecha, señalado con flecha verde (figura 3), no existen diferencias significativas, ya que las pendientes son iguales sin presentar variación en el peso.

Los resultados explican que durante la etapa de engorda, bajo condiciones de cultivo, el crecimiento en ambas evaluaciones no presentó diferencias significativas en el peso. Finalmente, la información es relevante para la empresa al momento de tomar decisiones en la producción, generando opciones en las alternativas de trabajo, para estudiar el crecimiento en las fases de engorda y de esta manera obtener la mejor alternativa de alimentación con menor costo de producción y siendo de características nutritivas similares, etc.

## ABSTRACT

This study is generated in order to provide a solution to a question posed by the company SEAFOOD RESOURCES S.A. Valparaiso Region, in order to support decisions on production levels, to determine that feeding strategies and diets generate greater growth in the fattening period, the species turbot (*Scophthalmus maximus*). The goal is to determine the effect of feeding strategies to satiety and restricted 1.2 % PC and the effect of commercial diet BIOMAR and homemade SPASA on growth in growing stage, data from two groups of different strains. Data for evaluating strategies were recorded from 2009 to 2010, a total of 4,862 fish. For the evaluation of diets, data were recorded from 2009 to 2010, a total of 1,336 fish. To make identification of the effect variables and their interactions on growth in weight, variance analysis and checking the working assumptions of waste through the SAS program was carried out.

The results from the evaluation of the strategies, showed no change in weight in both strategies, with an  $R^2 = 0.45$  ( $P = 0.98$ ), the strategy being to satiety 6,559 g to 6,559 g restricted feeding. The analysis of the diets showed differences at the end of the test period of reproduction, an  $R^2 = 0.70$  ( $P < 0.001$ ), in contrast to the fattening period determined by the company (Figure 3), no differences were identified in the growth in weight, equal slopes.

The results explained that during the growing stage under culture conditions, growth in both assessments showed no significant difference in weight. Finally, the information is relevant to the company when making decisions on production, generating alternative options work.

## INTRODUCCION

Los costos de alimentación en cultivo de peces, alcanzan entre un 40 y 60 % de los costos de producción anual de la industria (Castelló, 2000). La estrategia adquirida por las empresas para la entrega de alimento y el tipo de dietas entregadas son por tanto temas fundamentales en la producción que busca la mejor relación costo-eficiencia. Cabe señalar, que el método que se utilice relativo a la entrega del alimento y a las dietas, influirá en el desarrollo y producción de la empresa a lo largo del tiempo, teniendo implicancias sobre la conversión del alimento, el impacto en el medio ambiente y los costos de producción (Young *et al.*, 2005). Las estrategias de alimentación se realizan de acuerdo al comportamiento alimenticio de los peces, pudiendo ser a saciedad o mediante alimentación restringida por medio de tablas conocidas comúnmente como alimentación según un porcentaje de peso cuerpo, basadas en estimaciones de crecimiento, requerimientos energéticos y proteínas (Morales & Quirós, 2007; Castelló, 2000; Chimbore, 2007). En el primer caso el crecimiento se maximiza y la eficiencia de la alimentación disminuye, en el segundo, la entrega de una ración restringida genera menor costo de producción pero un crecimiento más lento (Cho, 1992; Alamar *et al.*, 2001; Zavando, 1995). Independiente de la estrategia de alimentación, las dietas utilizadas deben cumplir con diferentes requisitos: alta calidad de los ingredientes utilizados, proporción adecuada de los distintos ingredientes nutricionales en el alimento y cumplir con las necesidades energéticas de los peces para obtener un crecimiento esperado (Bastardo *et al.* 2007).

El cultivo del turbot (*Scophthalmus maximus*) se inició en Chile a comienzos de 1990, ubicando al país entre los productores más importantes a nivel mundial. Chile a 2017 ocupó el tercer lugar del mercado mundial con una producción de 240 toneladas anuales, luego de España con 8.200 toneladas anuales y Francia con 1.200 toneladas (Chimbore, 2007; FAO, 2017). La producción de turbot se ha visto favorecida por la capacidad de adaptarse a las condiciones de cautiverio, tolerar amplios rangos de parámetros ambientales, elevadas densidades de cultivo y su notable resistencia a enfermedades (Uribe, 2011).

La empresa SEAFOOD RESOURCES S.A, es una de las principales empresas productoras de turbot a nivel mundial. Esta empresa utiliza las dos estrategias de alimentación anteriormente expuestas, a saciedad y restringida, sin embargo, se desconoce cuál es la que genera mayor crecimiento en peso en los peces y cuáles son los beneficios que conllevan utilizar una u otra. De manera similar esta empresa utiliza dos tipos de dietas, una dieta comercial elaborada por la empresa BIOMAR y una dieta de elaboración propia denominada SPASA. Ambas dietas poseen similares características nutricionales, sin embargo, la dieta comercial es de mayor costo que la dieta de elaboración propia. Actualmente, se desconoce si la dieta de elaboración propia genera un crecimiento en peso similar a la dieta comercial. Estos antecedentes son claves para la empresa a la hora de

determinar qué tipo de estrategia y dieta utilizará en el futuro, debiendo realizar la evaluación del efecto de estas pruebas sobre el crecimiento en los peces durante el tiempo de evaluación.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto sobre el crecimiento en turbot (*Scophthalmus maximus*) de distintas estrategias y dietas de alimentación, durante la engorda en un centro de cultivo comercial.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar el efecto de la alimentación a saciedad y de la alimentación restringida (1.2 % de peso cuerpo) sobre el incremento del peso medio del cuerpo del Turbot (*Scophthalmus maximus*), durante tres meses y medio de cultivo.
2. Determinar el efecto de una dieta comercial (BIOMAR) y una dieta de elaboración propia (SPASA), sobre el incremento del peso medio del cuerpo del Turbot (*Scophthalmus maximus*), durante diez meses de cultivo.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. Antecedentes de la Especie

El turbot *Scophthalmus maximus* (Chimbore 2007 fide Rafinesque, 1810), es un pez plano con cuerpo asimétrico y casi redondo, que se distribuye naturalmente en las costas de Islandia, Noruega y mar Báltico. Es un pez de aguas frías o templadas, presenta hábitos pelágicos en su fase larval, posteriormente en etapa juvenil y adulto presenta hábitos bentónicos (Figura 1) (Chimbore, 2007; Person, 1991).

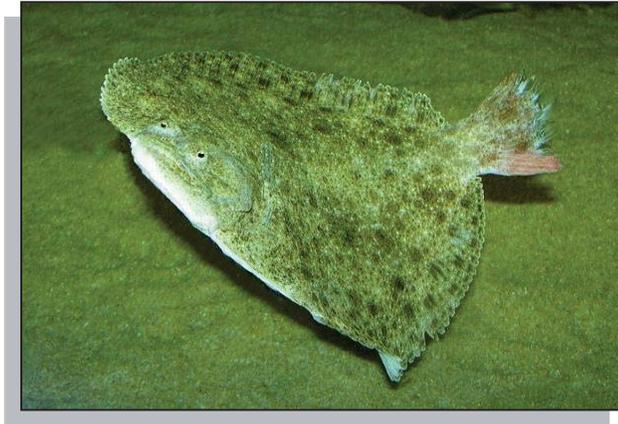


Figura 1: *Scophthalmus maximus* en cautiverio.  
Fuente: REAFOOD RESOURCES S.A., 2011

Debido al comportamiento bentónico, el cultivo intensivo de juveniles y adultos se realiza en estanques y en condiciones de cultivo controladas, debiendo ser los estanques autolimpiantes, los cuales deben ser cubiertos para evitar que el sol dañe la piel de los peces. El cultivo se realiza en densidades de cultivo de 20 a 40 kg/m<sup>2</sup>, siendo importante clasificar a los peces por talla, para evitar las jerarquías, dispersión y mantener los parámetros de cultivo (Tabla 1) (Chimbore, 2007).

Tabla 1: Parámetros de calidad de agua recomendados para turbot en etapa de engorda (*Scophthalmus maximus*).

PARÁMETROS	NORMAL
Temperatura	8-22 (mg/l)
Salinidad	25-35 (mg/l)
Oxígeno Disuelto	4-8 (mg/l)
pH	8,0-8,4
Amoniaco	0,3-0,5 (mg/l)

Fuente: Chimbore, 2007 fide Coll, 1986; Manú & Pearson, 1991; Garazo, 2003; Medas, 2004.

## 2.2. Crecimiento en peces

El crecimiento es un cambio de tamaño en el tiempo, este cambio puede ser medido utilizando como variables, principalmente, a la longitud y el peso. Está determinado fundamentalmente por el alimento ingerido, como por las etapas de desarrollo que manifiestan durante el transcurso de su vida, siendo mayor en etapa de engorda, también se encuentra influenciado por factores ambientales abióticos, siendo la temperatura del agua, fotoperiodo, salinidad, la cantidad de oxígeno disponible, la calidad del agua (Alamar, 2002; Jover, 2000; Mingarro, 2004).

Los peces son incapaces de regular su temperatura corporal, por lo que su metabolismo únicamente funciona de forma óptima dentro de un rango de temperaturas adecuadas, dentro del cual la ingestión y el crecimiento son máximos, pero disminuyen cuando la temperatura esta por encima o por debajo del rango óptimo, actuando directamente sobre su metabolismo, determinando no solo el nivel de ingesta, también afecta su capacidad de digestión y la capacidad de utilización de niveles de oxígeno. En el proceso también intervienen factores, siendo estos el sexo, edad, el estado de salud, la calidad del agua y del hábitat. (Durán, 2009)

Muchas especies de peces a pesar de ser estenotermos, logran desarrollar su crecimiento dentro de un amplio rango de de temperaturas, de acuerdo a lo mencionado, es importante establecer cuáles son los valores óptimos para su crecimiento, considerando sus valores extremos, los cuales generan menor ingesta de alimento, debido a su bajo nivel metabólico. Teniendo en cuenta estos rangos de tolerancia, se logra determinar la cantidad

de alimento diaria, ya que este factor es dominante en el control de la alimentación y el crecimiento (Castelló, 2000; Albert, 2002).

En turbot, la tasa de crecimiento en el medio silvestre, se caracteriza por ser semejantes en machos y hembras, hasta alcanzar un tamaño de 45 cm en un tiempo de 6 a 7 años aproximadamente, luego el crecimiento en los machos se hace más lento que el de las hembras. En sistemas de cultivo, la talla comercial se logra a partir de los 22 meses de desarrollo, dependiendo de las estrategias comerciales que se implementen (FAO, 2017).

### 2.3. Estrategias de Alimentación

Se define la estrategia de alimentación según Zavando (1995), como la cantidad de porciones de alimento utilizada para entregar una ración diaria a un organismo. Las formas de alimentación son muy variadas, en cuanto a tamaño de la ración, número de alimentaciones, hora y forma de suministro. La cantidad adecuada de alimento está relacionada principalmente con factores ambientales, el número y tamaño de los peces, su condición fisiológica y el cambio constante de las condiciones de cultivo. Para asegurar que los animales tengan alimento suficiente, las cantidades suministradas son ligeramente sobreestimadas, resultando un exceso de alimento en el ambiente de cultivo (Blanquet, 2009).

Según Sæther & Jobling (1999) el cultivo del turbot en etapa juvenil, al someterse a estrategias de alimentación, obtiene un crecimiento compensatorio que se identifica en la obtención del peso deseado por los productores. Morales & Quiróz (2007) evaluaron tres estrategias de alimentación, siendo estas a saciedad y restringidas, en base a tablas de alimentación en la especie *Oncorhynchus mykiss*, determinando que la estrategia de alimentación a saciedad generaba en menor tiempo el crecimiento esperado, recomendando realizar la alimentación diaria, en dos raciones, siendo estas en las primeras horas de la mañana y la siguiente en la tarde. Cabe señalar que Astudillo (2010), realizó la evaluación de dos niveles de estrategias de alimentación para determinar el crecimiento en la especie *Oncorhynchus mykiss*, siendo las estrategias a saciedad y porcentaje peso cuerpo en período de engorda, destacándose en la evaluación que existe mayor crecimiento mediante la ración a saciedad, pero baja conversión del alimento, siendo la ración peso cuerpo la que presentó menor crecimiento y elevada eficiencia medidas en términos de factor de conversión. El turbot en medio natural presenta hábitos alimenticios nocturno, ocurriendo lo contrario al desarrollarse en cautiverio, siendo este un hábito diurno, realizando comúnmente su alimentación dos veces al día, en la mañana y en la tarde (REAFOOD RESOURCES S.A, 2011) o realizando la alimentación diaria cada cuatro horas según algunos autores como Sæther & Jobling (1999).

La cantidad de alimento entregada a los organismos, se establece mediante tablas de alimentación difundidas por las empresas que fabrican alimento, las cuales según Morales & Quiróz (2007) *fide* Cerdá (2000) sobreestiman la cantidad de alimento a repartir, de esta manera son modelos teóricos basados en la temperatura del agua y el tamaño de los peces, en algunos casos de limitación o restricción de espacios generan competencia por el alimento, lo que conlleva a un crecimiento desigual (Morales & Quirós, 2007; Castelló, 2000). Estas tablas trabajan en función a los requerimientos energéticos y proteicos de la dieta (Cho, 2001), las cuales tiene por finalidad tener un excedente energético que es destinado a crecimiento (Morales & Quiróz, 2007). Se debe considerar que dichas tablas son bastante empíricas y generalistas, es por esta razón que deberán ser adaptadas a las condiciones específicas y características propias de cada instalación de cultivo (Castelló, 2000). Las tablas utilizadas en peces planos, son tomadas como referencias de tablas de alimentación de salmónidos REAFOOD RESOURCES S.A., 2011.

#### 2.4. Dietas

Se llama dieta equilibrada a la dieta con niveles de alimentos esenciales, la cual debe de cumplir con los requerimientos de nutrientes (tales como macronutrientes y micronutrientes), y con las necesidades energéticas, las que son suministradas por raciones justas y acordes a la especie, de ellas se consideran factores como la edad, ciclo reproductivo, estado anímico de los ejemplares (Castelló, 2000; Hernández, 2001; Segovia, 2007). La componente más importante de una dieta es la proteína, debido a que es la de mayor proporción, la más costosa y es el macronutriente que provee al organismo de los aminoácidos requeridos para el crecimiento y desarrollo. Si las proteínas están limitadas, el organismo crece lento o deja de crecer, debido a que aprovecha el mayor número de proteínas disponibles para sus funciones vitales y deja de crecer como estrategia de sobrevivencia. La dieta de *Scophthalmus maximus* requiere incluir sobre un 50 % de proteínas en la dieta, para lograr un crecimiento dentro del rango esperado para estos peces planos en la fase inicial del cultivo. Sin embargo, en la etapa de juvenil y posterior engorda, se hace necesario optimizar el crecimiento de los juveniles, siendo imprescindible determinar el nivel óptimo de proteínas en la dieta. Referente a lo planteado, existen registros del nivel óptimo de proteínas en la especie *Paralichthys adspersus* de un 54 a 57 % de proteína en etapa de juvenil y engorda (Piaget *et al.*, 2011).

Un alimento formulado debe contener ingredientes de bajo costo que aporten los requerimientos alimenticios que permiten a los organismos crecer y estar en un estado saludable. Mayor proporción de proteínas incrementa el costo del alimento formulado. Las empresas productoras de peces son las encargadas de seleccionar el tipo de dieta a emplear, las cuales pueden ser suministradas por proveedores o son de elaboración propia. Los costos para obtener el alimento por medio de proveedores son comúnmente más elevados que los alimentos de elaboración propia REAFOOD RESOURCES S.A., 2011.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Diseño Experimental

Para la evaluación de las estrategias de alimentación, la prueba se realizó desde el día 14 de octubre de 2009 hasta el 01 de febrero de 2010. Se utilizaron 1.336 peces, divididos en dos grupos de 668 peces sobre una variedad asexual. A cada grupo se le asignó en forma aleatoria un estanque de 35 m<sup>3</sup> de volumen útil. Se administró a uno de ellos una estrategia de alimentación a saciedad y al otro una estrategia de alimentación restringida a un porcentaje 1.2% del peso cuerpo, manteniéndolos en condiciones de cultivo estándar. Durante los 110 días de experiencia, se llevaron a cabo cuatro muestreos, de los cuales se obtuvo el número y el peso promedio de los peces muestreados, siendo efectuado de manera natural, sin utilización de anestésicos, para posteriormente ser llevados a sus estanques de origen, muestreando entre un 11-15 % de los individuos cada vez de forma aleatoria (Tabla 2). Durante la experiencia no se registró mortalidad en ninguno de los estanques.

Para la evaluación de las dietas, la prueba se realizó desde el día 30 de mayo de 2009 hasta el 31 de marzo de 2010. Se utilizaron 4.862 peces, divididos en dos grupos de 2.425 y 2.437 peces sobre una variedad asexual. Cada grupo fueron asignados en un estanque con una capacidad de 35 m<sup>3</sup> de volumen útil, en condiciones de cultivo estándar. A cada estanque se les entregó una dieta diferente: 1) dieta de origen comercial elaborada por la empresa BIOMAR, 2) dieta de elaboración propia denominada SPASA. Durante los 305 días de experiencia, se realizaron once muestreos aleatorios considerando entre un 0,6 - 8% de los peces de cada estanque (Tabla 3). En cada muestreo se obtuvo el peso promedio de los peces muestreados, siendo efectuado de manera natural, sin anestésicos, para luego ser devueltos a sus estanques de origen. Durante la experiencia no se registró mortalidad en ninguno de los estanques.

Tabla 2: Número de peces registrados por muestreos realizados durante evaluación de estrategias de alimentación.

	Alimentación restringida al 1,2% del peso cuerpo	Alimentación a saciedad
--	--	-------------------------

Días de engorda	Número de peces muestreados	Porcentaje de peces muestreados	Número de peces muestreados	Porcentaje de pece muestreados
0	165	12,3	165	12,3
36	199	14,8	199	14,8
78	151	11,3	151	11,3
110	153	11,4	153	11,4

Tabla 3: Número se peces registrados por muestreos realizados durante evaluación de dietas de alimentación.

Días de engorda	Dieta BIOMAR		Dieta SPASA	
	Número de peces muestreados	Porcentaje de peces muestreados con dieta BIOMAR	Número de peces muestreados	Porcentaje de peces muestreados con dieta SPASA
0	122	2,5	121	2,5
31	120	2,4	120	2,4
58	250	5,1	250	5,1
89	200	4,1	209	4,1
119	200	4,1	200	4,1
136	200	4,1	200	4,1
173	398	8,1	398	8,1
215	300	6,1	300	6,1
247	303	6,1	307	6,1
279	300	6,1	300	6,1
305	32	0,6	32	0,6

### 3.2. Estrategias de alimentación

Las estrategias empleadas corresponden a la alimentación restringida a un porcentaje del peso cuerpo y a la alimentación a saciedad. Para la alimentación en función al porcentaje del peso de cuerpo se utilizó un valor de 1,2 %. La entrega de alimento se realizó dos veces al día, en la mañana y en la tarde. La estrategia de alimentación a saciedad se realizó en función al comportamiento de los peces, los peces se alimentaron de forma continua hasta que los peces dejaron de comer.

### 3.3. Dietas.

Los datos para la evaluación de entrega de dietas fueron obtenidos por medio de muestreos aleatorios mensuales. Las dietas entregadas corresponden a dos tipos, la dieta BIOMAR y SPASA. Ambas dietas fueron entregadas a la especie mediante la estrategia de alimentación a saciedad. El contenido de sustancias nutritivas del alimento para ambas estrategias de alimentación es la misma, correspondiendo a la elaborada por la empresa BIOMAR, la cual se encuentra detallada en tabla 4.

Tabla 4: Contenido de sustancias nutritivas de dieta BIOMAR y SPASA.

CONTENIDO	DIETA	
	BIOMAR %	SPASA %
Cenizas	10,94	8,4
Fibra	1,45	2,28
Humedad	5,43	8,13
Proteína	55,31	49,11
Kcal	385,47	391,91
Grasas	11,35	13,43

Fuente: Información entregada por fabricantes BIOMAR y REAFOOD RESOURCES S.A.

### 3.4. Análisis Estadístico

Con la información entregada por el centro de cultivo de turbot, se obtuvieron los datos de pesos promedio para ambas pruebas del estudio. Se consideraron las condiciones del diseño experimental, para poder establecer si existieron o no diferencias significativas en las pruebas. Para verificar la incidencia de las estrategias y dietas en el peso medio de la especie, se realizó un análisis de covarianza con efectos fijos estrategia de alimentación y dietas y con días de crecimiento como covariable usando el programa estadístico SAS. Se consideró un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  para identificar el grado de influencia de las variables en el modelo. Las tablas y gráficos se realizaron en Microsoft Excel 2003. Los modelos estadísticos empleados fueron los siguientes (Montgomery, 2002):

Comparación de estrategias de alimentación:

$$W_{ijk} = \mu + \beta D_j + e_k + u$$

Donde;

$W_{ijk}$  = peso medio de los peces;  
 $EE_i$  = efecto estrategia de alimentación  $i$ ;  
 $\beta D_j$  = covariable días de crecimiento  $j$ ;  
 $\mu$  = media paramétrica;  
 $e_k$  = error Aleatorio

Comparación de dietas:

$$W_{ijk} = ED_i + \beta D_j + e_k + u$$

Donde;  
 $W_{ijk}$  = peso medio de los peces;  
 $ED_i$  = efecto dieta de cultivo  $i$ ;  
 $\beta D_j$  = covariable días de crecimiento  $j$ ;  
 $u$  = media paramétrica;  
 $e_k$  = error Aleatorio.

Las hipótesis del diseño estadístico son:

Evaluación de estrategias de alimentación:

$$\begin{aligned}
 H_0: & \mu_1 = \mu_2 \\
 H_1: & \mu_1 \neq \mu_2
 \end{aligned}$$

<i>H<sub>0</sub></i> :	No existen diferencias significativas en el peso medio entre ejemplares alimentados a saciedad y aquellos alimentados con un porcentaje de peso cuerpo de 1,2%.
<i>H<sub>1</sub></i> :	Existen diferencias significativas en el peso medio entre ejemplares alimentados a saciedad y aquellos alimentados con un porcentaje de peso cuerpo de 1,2%.

$$\begin{aligned}
 H_0: & \beta_1 = \beta_2 \\
 H_1: & \beta_1 \neq \beta_2
 \end{aligned}$$

<i>Ho:</i>	No existen diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre ejemplares alimentados a saciedad y aquellos alimentados con un porcentaje de peso cuerpo de 1,2%.
<i>H1:</i>	Existen diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre ejemplares alimentados a saciedad y aquellos alimentados con un porcentaje de peso cuerpo de 1,2%.

Evaluación de dietas:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

<i>Ho:</i>	No existen diferencias en el peso medio entre ejemplares alimentados a saciedad con una dieta comercial (BIOMAR) y aquellos alimentados con una dieta de elaboración propia (SPASA).
<i>H1:</i>	Existen diferencias significativas en el peso medio ejemplares alimentados a saciedad con una dieta comercial (BIOMAR) y aquellos alimentados con una dieta de elaboración propia (SPASA).

$$H_0: \beta_1 = \beta_2$$

$$H_1: \beta_1 \neq \beta_2$$

<i>Ho:</i>	No existen diferencias en la tasa de crecimiento entre ejemplares alimentados a saciedad con una dieta comercial (BIOMAR) y aquellos alimentados con una dieta de elaboración propia (SPASA).
<i>H1:</i>	Existen diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre ejemplares alimentados a saciedad con una dieta comercial (BIOMAR) y aquellos alimentados con una dieta de elaboración propia (SPASA).

Previo a realizar el análisis de varianza, se realizó la comprobación de supuestos de trabajo de los residuos mediante el programa SAS. Los supuestos del análisis son Independencia, Normalidad y Homocedasticidad (Anexo II). La independencia de los datos se estableció en el diseño experimental y consideró la aleatoriedad de las muestras, para la normalidad se realizó la aplicación de tres test estadísticos (test Kolmogorov – Smirnov, test Cramer – Von Mises y test Anderson – Darling), para probar que el conjunto de datos se comporte similar a una distribución normal y para el supuesto de homocedasticidad se realizó un test estadísticos de Bartlett y de Levene.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación de estrategias de alimentación.

En la figura 2 se presenta el crecimiento de los peces bajo las distintas estrategias de alimentación, a saciedad y restringida. El peso inicial de los peces bajo ambas estrategias fue muy similar y es de  $1.992 \pm 264$  g (alimentación restringida) y  $1.958 \pm 298$  g (alimentación a saciedad). Luego de un período de 110 días de crecimiento el peso final del cuerpo de los peces aumento de forma significativa ( $P > 0,001$ , Tabla 5) tanto con alimentación restringida (peso final =  $2,713 \pm 354$  g) como con la alimentación a saciedad (peso final =  $2,690 \pm 318$  g). No se detectaron diferencias significativas en el peso del cuerpo entre las distintas estrategias de alimentación ( $P = 0,39$ , Tabla 5). El crecimiento para la estrategia a saciedad un  $6,559 \pm 0,27$  g y para la alimentación restringida fue  $6,559 \pm 0,39$  g, con un  $R^2 = 0,45$  ( $P > 0,98$ ), lo que indica que a medida que transcurren los días con las distintas estrategias de alimentación, el peso del cuerpo es igual, siendo las pendientes iguales. La tasa de mortalidad fue cero.

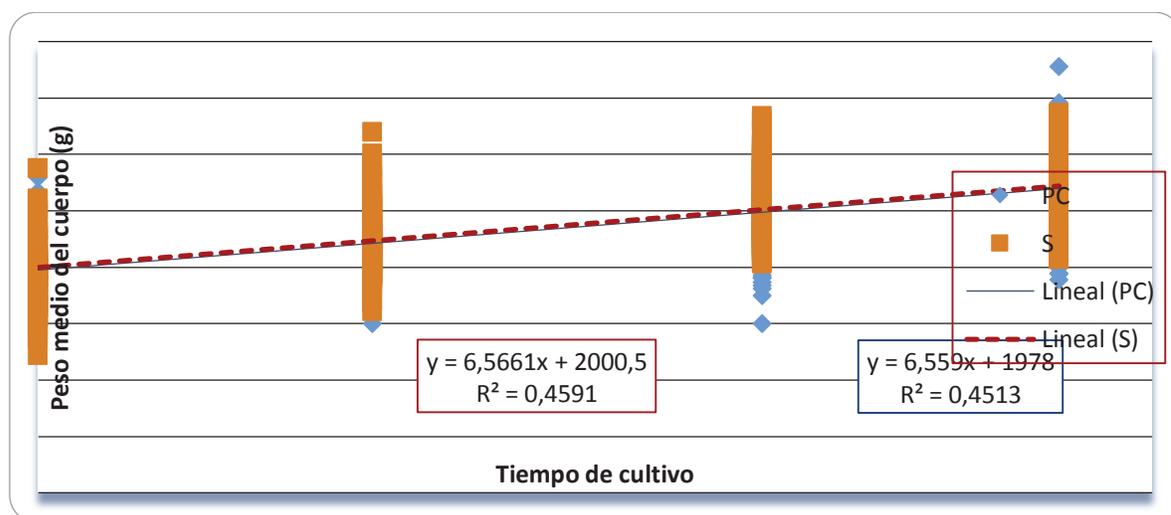


Figura 2: Incremento del peso del cuerpo de *Scophthalmus maximus* bajo dos estrategias de alimentación, alimentación a saciedad (S) y restringida a un 1,2% del peso del cuerpo (PC), durante un periodo de engorda de 110 días. Número de peces con alimentación a saciedad = 668. Número de peces con alimentación restringida = 668.

**Tabla 5:** Análisis de covarianza para los efectos de las estrategias de alimentación y días de crecimiento sobre el peso del cuerpo de turbot (*Scophthalmus maximus*), durante un periodo de engorda de 110 días.

Modelo General Lineal				
Fuente	Gl	$\Sigma$ de Cuadrados	F	P
Estrategias de alimentación	1	62117.67	0.72	0.3958
Días de crecimiento	3	95804739.8	1112.98	0,0001
Interacción Frecuencia x Días	1	28,35	0	0,9855

gl: Grados de libertad.

F: Relación entre los cuadrados medios de los tratamientos y los del error.

P: Probabilidad de que el grado F sea mayor al F crítico (por tabla).

#### 4.2. Evaluación de dietas.

En la figura 3 Se presenta el crecimiento de los peces bajo las dietas de alimentación, BIOMAR y SPASA. El peso inicial de los peces bajo ambas dietas fue muy similar, siendo  $1.367 \pm 161$  g (dieta BIOMAR) y  $1.386 \pm 176$  g (dieta SPASA). Transcurridos 305 días de crecimiento, el peso final del cuerpo de los peces aumento de forma significativa ( $P > 0,001$ , Tabla 6) con dieta BIOMAR (peso final =  $3.196 \pm 310$  g) como con la dieta SPASA (peso final =  $2.881 \pm 338$  g). El peso del cuerpo durante el período de evaluación entre las distintas dietas de alimentación, presentó diferencias significativas ( $P > 0,001$ , Tabla 6). Adicionalmente la interacción de las dietas y los días de crecimiento fue significativamente diferente al término de la prueba, siendo en la dieta BIOMAR  $5,35 \pm 0,06$  g y para la dieta SPASA  $4,519 \pm 0,09$  g, con un  $R^2 = 0,70$  ( $P < 0,001$ ), lo que indica a medida que los peces crecen en ese período de tiempo, las pendientes se van haciendo mas diferente durante la experiencia, obteniendo diferencias en los pesos al final de la prueba. En el periodo de engorda, indicado con flecha verde (figura 3), no existen diferencias significativas, ya que las pendientes son iguales, sin presentar diferencias en el peso en ese periodo de tiempo.

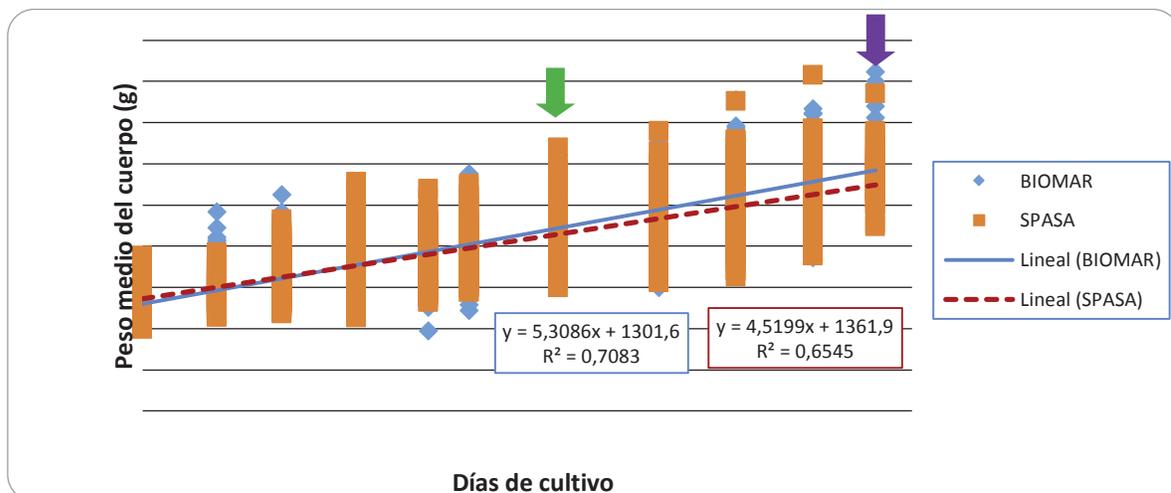


Figura 3: Incremento del peso del cuerpo de *Scophthalmus maximus* bajo dos dietas diferentes, SPASA y BIOMAR, durante un periodo de engorda de 305 días. Número de peces alimentados con dieta BIOMAR = 2425. Número de peces alimentados con dieta SPASA = 2437. Estrategia de cosecha empleado por empresa se señala con flecha verde. Período de término de dietas señalado con flecha morada.

**Tabla 6:** Análisis de covarianza para los ajustes de dietas y días de crecimiento, sobre el peso del cuerpo del turbot durante un periodo de engorda de 305 días.

Modelo General Lineal				
Fuente	Gl	$\sum$ de Cuadrados	F	P
Tipo de dieta	1	429687.1	5.43	0.0198
Días de crecimiento	10	847752602.4	10717.4	0,0001
Interacción Dietas x Días	1	6101237,4	77,13	0,0001

gl: Grados de libertad.

F: Relación entre los cuadrados medios de los tratamientos y los del error.

P: Probabilidad de que el grado F sea mayor al F crítico (por tabla).

## 5. DISCUSION

El presente estudio comparó el efecto de distintas estrategias de alimentación y dietas sobre el crecimiento de turbot (*Scophthalmus maximus*), durante el período de engorda, en un centro de cultivo perteneciente a la empresa SEAFOOD RESOURCES S.A.

Se destaca en la realización de los análisis de las estrategias y dietas de alimentación un error en las muestras representativas. Esto ocurre al no contener la misma cantidad de datos en los muestreos realizados durante las evaluaciones de las pruebas, sin mantener una técnica de muestreo adecuada, reflejándose con claridad en los valores de muestreos de las dietas, al transcurrir 305 días de prueba, solo se obtienen 32 muestras de peso.

La evaluación del efecto de las estrategias de alimentación bajo condiciones productivas, indica que las estrategias y días de crecimiento del modelo no tienen un efecto sobre la variable crecimiento, sin existir correlación significativa (un error mínimo), lo cual demuestra que a medida que pase un periodo de tiempo presentan igual crecimiento. Los resultados concuerdan con lo planteado por Sæther & Jobling (1999), quienes reportaron que la especie turbot presenta crecimiento compensatorio al tenerse bajo diferentes estrategias de alimentación. Esto no concuerda con lo planteado por algunos autores (Morales & Quiróz (2007), Astudillo (2010)), los cuales obtuvieron diferencias de crecimiento al emplear la estrategia a saciedad o cercana a esta en el periodo de engorda en trucha arco iris y salmón coho respectivamente.

Respecto a la evaluación del efecto de las dietas comercial (BIOMAR) y de elaboración propia (SPASA) sobre el crecimiento observado, el análisis de los datos indica que las dietas y los días de crecimiento tienen un efecto sobre el crecimiento al final de la prueba, aun siendo ambas dietas de similar composición nutricional y entregada mediante la misma estrategia de alimentación a saciedad. Los resultados demuestran que al integrar similar dieta y elevado porcentaje de nutrientes (tabla 4), estos afectan al final del periodo de igual manera la tasa de crecimiento en el turbot en el periodo de engorda, lo cual no concuerda con lo señalado por Piaget *et al.* (2011), el que destaca que existe un crecimiento similar al integrar sobre un 50% de proteínas en la dieta. Respecto al periodo de engorda empleado por la empresa, fijado a los a los 173 días de crecimiento, y presentados con flecha verde (figura 3), demuestra que no existe diferencia en el crecimiento utilizando una u otra dieta, lo que se demuestra al dar como resultado que ambas pendientes son iguales. Sin embargo al realizar la evaluación y estimación de costos en producción del alimento de manera concreta (Anexo III), se determina que la dieta de elaboración propia SPASA genera el mismo crecimiento en peso en el periodo de engorda, disminuyendo los costos anuales entre un 30-35% que alcanzan en la producción (Castello, 2000).

## 6. CONCLUSION

La evaluación de las estrategias de alimentación y las dietas realizadas en *Scophthalmus maximus*, establecen que en ambas pruebas se genera el mismo crecimiento en la especie en periodo de engorda. Utilizar en las producciones una de las estrategias y dietas, entrega variabilidad en la elección de la toma de decisiones en los productores.

## 7. REFERENCIAS

Alamar M., Estruch V., Pastor J. y Vidal A. 2002. Modelo aleatorio de crecimiento CCT biparamétrico. Bol. Inst. Esp. Oceanografía. 18 (1-4). 2002: 7-14

Albert I., Snorri G., Atle S., Sigurd S. 2002. Gill Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase activity, plasma chloride and osmolality in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) reared at different temperatures and salinities. Department of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, High Technology Centre, Bergen N-5020. Aquaculture. 2003: 671-68

Bastardo H., Medina A., Bianchi G. 2007. Nonconventional protein use in diets for initiator of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Sitio Argentine de Production de animal. Cusco, Perú.

Beralanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Biología. 10 (2) 181-213.

Blanquet I. & Oliva B. 2009. Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento del crecimiento de rodaballo (*Scophthalmus maximus*) los menores en condiciones de crianza comercial. Revista de investigación de Acuicultura. Universidad de Porto, Portugal. Volumen 41 número 1, pp 1255-1260.,

Castelló F. 2000. Alimentos y Estrategias de Alimentación para Reproductores y Juveniles de Peces Marinos. Facultad de biología, Universidad de Barcelona. España. 566: 550-562.

Chimbore C. 2007. Cultivo del turbot "*Scophthalmus maximus*". Aquahoy, portal de información en Acuicultura.

Cho Y. & Bureau D. 2001. A review of diet formulation strategies and feeding Systems to reduce excretory and feed wastes in Acuicultura. Aquaculture Research. 32: 349 – 360.

Durán J. 2009. Manual de Pesca de Andalucía. Tarjeta de Identificación del Pescador. Capítulo 6, La edad y el crecimiento de los peces. Revisado el 02 de Febrero de 2011.

FAO. 2010. Programa de información de especies acuáticas. Departamento de Pesca y Acuicultura. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Psetta\\_maxima/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Psetta_maxima/es). Revisado en Marzo de 2011.

Garazo A. 2003. Acuicultura del rodaballo *Psetta máxima*. 10 Junio 2005.

Hernández M., Egea M., Rueda F., Aguado F., Martínez F., García B. 2001. Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharpnout seabream (*Diplodus puntazzo*) growth and nutrient utilization. *Aquaculture* 195: 321-329.

Jover M. 2000. Estimación del alimento, tasa de alimentación y producción de desechos en piscicultura mediante un modelo Bioenergético. Departamento de ciencia Animal, Laboratorio de Acuicultura. Universidad Politécnica de Valencia. 13: 1-5.

Martínez R. 2007. Uso de Microorganismos Eficientes (EM) en la Alimentación de la Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Universidad EARTH. Costa Rica.

Medas D. 2004. Manual de producción del rodaballo. Proyecto medas 21. Medidas Contra La Exclusión Y El Desempleo En Áreas Litorales. Editorial Equal. Tomo I. Universidad Politécnica de Madrid. 43p.

Manú B. & Person J. 1991. "Fase de Criadero y Engorde" del Capítulo El cultivo de Peces planos: Lenguado, rodaballo. En: *Aquaculture*, Gilbert Barnabé Vol. II. Edic. Omega S.A. Barcelona - España. Pp: 625-642

Mingarro M. 2004. Estrategias de Alimentación y cultivo de La Dorada (*Sparus aurata*). Regulación Endocrina y Estado Inmunopatológico. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Valencia.

Montgomery D. 2002. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería. Edición México. Pp 894.

Morales & Quirós, 2007. Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación. Áreas de producción Acuática, Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

Moroñas E. 2006. Crecimiento individual de peces. Revisado 02 de Febrero de 2011. <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecopoblaciones/TP/Maro%202006%20%20Crecimiento%20individual%20en%20peces.p>. Revisado en Diciembre de 2010.

Person J. 1991. El Cultivo de Peces Planos: Lenguado, rodaballo. En: Acuicultura. Vol. II. Edición. Omega, S.A. Barcelona- España. pp: 613-657.

Piaget N., Toledo P., Silva A., Vega A. 2011. Nivel óptimo de proteína dietaria para juveniles de lenguado *Paralichthys adspersus* (Pisces: Pleuronectiformes). Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Volumen 46, pp: 9-16, abril 2011.

SEAFOOD RESOURCES S.A. 2011. Empresa productora de *Scophthalmus maximus*. Revisado el 01 de Febrero de 2011. [http://www.seafood.cl/src/index\\_empresa.htm](http://www.seafood.cl/src/index_empresa.htm). Revisado en enero de 2011.

Sæther B. & Jobling M. 1999. The effects of ration level on feed intake and growth, and compensatory growth after restricted feeding, in turbot *Scophthalmus maximus*. University of Tromsø. Aquaculture Research, volumen 30, pp: 647-653.

Segovia S. 2007. Cálculo de la composición de la dieta y frecuencia en la alimentación, tamaño de la ración, método de cálculo de la ración. Ingeniería Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional.

Uribe C. 2011. Desarrollo del cultivo de turbot, especie más cotizada que salmón. Chile Potencia Alimentaria. Diario Austral de Osorno. Revisado 01 de Febrero de 2011. <http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/187774/Desarrollan-cultivo-de-turbot-una-especie-mas-cotizada-que-salmon.html>

Young A., Morris P., Huntinford F & Sinnott R. 2005. The effects of diet, feeding regime and catch-up growth on flesh quality attributes of large (1 + sea winter) Atlantic salmon, *Salmo salar*. Aquaculture. 248: 59 – 73.

Zavando M. 1995. Influencia del Régimen de alimentación en el Crecimiento y Composición de Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis, escuela de ciencias del Mar, PUCV, Valparaíso: 63 pp.

## ANEXOS

Anexo I:

El análisis de los supuestos se realizó al registro de datos obtenidos de muestreos de ambos objetivos, para el caso de la evaluación de las dietas, se eliminaron 198 datos correspondientes a los días de crecimiento 173, por contener registros repetidos.

Supuestos para análisis de varianza de efectos fijos.

Para el análisis de los supuestos en la prueba de estrategias de alimentación, se expresan los resultados de la normalidad en la tabla 7, señalando que no existe normalidad en los test utilizados por el programa, debido a que los valores P son menores que el estadístico, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$  utilizado en el análisis.

**Tabla 7:** Análisis de normalidad en prueba de estrategias.

<b>Normalidad</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor P</b>
Shapiro – Wilk	0,9965 < valor P	0,0047
Kolmogorov – Smirnov	0,0320 > valor P	0,0100
Cramer – Von Mises	0,2226 > valor P	0,0050
Anderson – Darling	1,3273 > valor P	0,0050

Para el análisis del supuesto de homogeneidad de los datos, se destaca que no existe homogeneidad en la variable días en los test empleados. Para la variable estrategias, se destaca la homogeneidad de los datos al aplicar ambos test, los que se expresan en tabla 8.

**Tabla 8:** Análisis de supuestos de homogeneidad en evaluación de estrategias.

<b>Homomogeneidad estrategias</b>	<b>gl</b>	<b>Estadístico &lt; Valor P</b>	<b>Valor P</b>
Bartlett	1	0,1800	0,6691
Leven	1	0,4582	0,4985
<b>Homogeneidad Días</b>	<b>gl</b>	<b>Estadístico &lt; Valor P</b>	<b>Valor P</b>
Bartlett	10	4,2000	0,0057
Leven	10	10,9086	0,0122

Los resultados obtenidos de los supuestos de trabajo para la prueba de estrategias de alimentación, señalan que no presentan los datos normalidad y homogeneidad en ellos, debido a esto, es necesario efectuar la modificación de los datos, es decir, expresar las variables días y estrategias de forma logarítmica, para el nuevo análisis de trabajo. Los datos obtenidos del análisis son presentados en tabla 9 y 10.

**Tabla 9:** Análisis de normalidad para la evaluación de estrategias.

<b>Normalidad</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor P</b>
Shapiro – Wilk	0,9980 > Valor P	0,1109
Kolmogorov – Smirnov	0,0193 < Valor P	0,1500
Cramer – Von Mises	0,0504 < Valor P	0,2500
Anderson – Darling	0,3334 < Valor P	0,2500

**Tabla 10:** Análisis de homogeneidad en evaluación de estrategias.

<b>Homogeneidad estrategias</b>	<b>G1</b>	<b>Estadístico &gt; valor P</b>	<b>Valor P</b>
Bartlett	1	0,2200	0,6372
Leven	1	0,3451	0,5569
<b>Homogeneidad Días</b>	<b>G1</b>	<b>Estadístico &gt; valor P</b>	<b>Valor P</b>
Bartlett	3	3,2500	0,0211
Leven	3	15,2401	0,0016

Se observa en la tabla 9 la existencia de normalidad debido a que cumplen con las hipótesis, aceptando por cada test la hipótesis nula. Cabe señalar que en la tabla 10 la homogeneidad no se presenta en la variable estrategias, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ , ocurriendo lo contrario con la variable días al poseer homogeneidad.

Para el supuesto de normalidad, los valores obtenidos mediante el análisis de datos entregados por el programa SAS, son detallados en tabla 11, la cual indica que no existe normalidad en los datos analizados en los test de Anderson – Darling y Cramer – Von Mises, ocurriendo lo contrario con el test de Kolmogorov – Smirnov..

**Tabla 11:** Análisis de normalidad de datos de evaluación de dietas.

<b>Normalidad</b>	<b>Estadístico &lt; Valor P</b>	<b>Valor P</b>
Kolmogorov – Smirnov	0,0350	0,0100
Cramer - Von Mises	1,7503	0,0050
Anderson – Darling	10,1902	0,0050

El análisis del supuesto de homogeneidad para la prueba de dietas, establece la tabla 12, que no hay presencia de homogeneidad de los datos en la variable días.

**Tabla 12:** Análisis de homogeneidad de los residuos de los datos de evaluación de dietas

<b>Homogeneidad Dietas</b>	<b>Gl</b>	<b>Estadístico &gt; Valor P</b>	<b>Valor P</b>
Bartlett	1	0,7697	0,3803
Leven	1	0,2300	0,6292
<b>Homogeneidad Días</b>	<b>Gl</b>	<b>Estadístico &gt; Valor P</b>	<b>Valor P</b>
Bartlett	10	269,600	0,0001
Leven	10	23,6300	0,0001

Debido a los resultados obtenidos del análisis de los supuestos realizado a los residuos, se procedió a emplear la modificación de los datos para poder efectuar el cumplimiento de los supuestos de trabajo, con la finalidad de realizar el análisis de varianza de efectos fijos (ANOVA) Se procede a realizar la modificación logarítmica de la variable días y la variable dietas, para la obtención del cumplimiento de los supuestos, los resultados son los planteados en tabla 13 y 14.

**Tabla 13:** Análisis de supuestos de normalidad en evaluación de dietas.

<b>Normalidad</b>	<b>Estadístico &lt; Valor P</b>	<b>Valor P</b>
Kolmogorov – Smirnov	0,0090	0,1500
Cramer - Von Mises	0,0605	0,2500
Anderson – Darling	0,4307	0,2500

**Tabla 14:** Análisis de supuestos de homogeneidad en evaluación de dietas.

<b>Homogeneidad Dietas</b>	<b>Gl</b>	<b>Estadístico &gt; Valor P</b>	<b>Valor P</b>
Bartlett	1	1,4200	0,2330
Leven	1	0,9675	0,3253
<b>Homogeneidad Días</b>	<b>Gl</b>	<b>Estadístico &gt; Valor P</b>	<b>Valor P</b>
Bartlett	10	1,6400	0,0888
Leven	10	19,1850	0,0380

Los resultados entregados por las tabla 13, indican que si existe distribución normal al realizar una modificación en los datos, aceptando la hipótesis de nulidad. A su vez, se destaca en tabla 14, la homogeneidad de los residuos de los datos de la variable dieta y en la

variable días, se presenta homogeneidad de los datos al emplear el test de Bartlett, no así en el test de Leven, debido a que la probabilidad o valor P, es bajo su valor al trabajar con un  $\alpha = 0,05$  de significancia, debido a esto se rechaza la hipótesis de nulidad.

Anexo II:

Crecimiento en peso de los peces al emplear diferentes estrategias de alimentación:

**Tabla 15:** Promedio y variación del peso del cuerpo en turbot alimentados con dos estrategias de alimentación diferentes saciedad y alimentación restringida a 1.2 % peso cuerpo, durante 110 días.

Alimentación restringida	Días de engorda	Nº peces muestreados	Media	Desv. Estándar
	0	165	1.992,1	264,7
	36	199	2.200,3	259,4
	78	151	2.478,4	306,7
	110	153	2.713,1	354,5
Saciedad	Días de engorda	Nº peces muestreados	Media	Desv. Estándar
	0	165	1.958,9	298,3
	36	199	2.269,7	282,3
	78	151	2.568,7	288,6
	110	153	2.669,5	283,3

Crecimiento en peso de los peces al emplear diferentes estrategias de alimentación:

**Tabla 16:** Promedio y variación del peso del cuerpo en turbot alimentados con dos dietas diferentes BIOMAR Y SPASA durante 305 días.

BIOMAR	Días	Nº peces muestreados	Media	Desv. Estándar
	0	122	1.367,6	161,3
	31	120	1.522,1	230,0
	58	250	1.684,0	216,9
	89	200	1.769,9	211,5
	119	200	1.842,2	247,2
	136	200	1.971,4	246,2
	173	398	2.089,8	268,6
	215	300	2.523,2	302,0

	247	303	2.686,6	321,0
	279	300	2.758,1	350,1
	305	32	3.196,5	310,2
SPASA	Días	Nº peces muestreados	Media	Desv. Estándar
	0	121	1.386,4	176,4
	31	120	1.456,9	189,5
	58	250	1.620,9	226,0
	89	209	1.757,1	274,1
	119	200	1.825,9	244,0
	136	200	1.951,4	248,2
	173	398	2.235,0	273,0
	215	300	2.368,0	296,7
	247	307	2.442,9	316,8
	279	300	2.570,3	317,2
	305	32	2.881,5	338,4

Anexo III:

**Tabla 17:** Estimación de costos anuales en alimento comercial (BIOMAR) y de elaboración propia (SPASA) para una producción estimada de 300 toneladas de turbot (*Scophthalmus maximus*).

Dietas	Costo por kilo	Costo producción anual = Costo por kilo x Producción anual
BIOMAR	US\$1.5 (Dólares)	1.5 x 300.000 = US\$ 450.000 Dólares
SPASA	US\$ 1.0 (Dólares)	1.0 x 300.000 = US\$ 300.000 Dólares