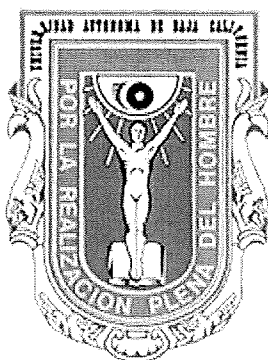


Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias Marinas



“EFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA EN LA DIETA SOBRE EL
CRECIMIENTO, SOBREVIVENCIA Y UTILIZACION DEL
ALIMENTO EN JUVENILES DEL LENGUADO DE CALIFORNIA
(*Paralichthys californicus*) CULTIVADO A DIFERENTES
TEMPERATURAS”

Tesis
Que para obtener el título de
Maestría en Oceanografía Costera
Presenta:

Mario Alberto Galaviz Espinoza

Ensenada Baja California Junio de 2007

**“EFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA EN LA DIETA SOBRE EL
CRECIMIENTO, SOBREVIVENCIA Y UTILIZACION DEL ALIMENTO EN
JUVENILES DEL LENGUADO DE CALIFORNIA (*Paralichthys californicus*)
CULTIVADO A DIFERENTES TEMPERATURAS.**

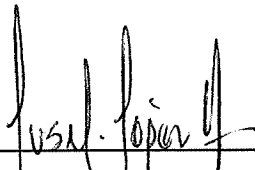
Tesis que presenta

Mario Alberto Galaviz Espinoza

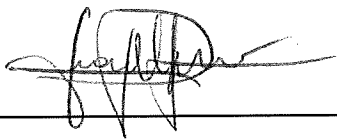
Que para obtener el grado en:

M.C. Oceanografía Costera

Aprobada por:

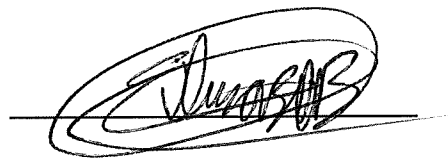


Dra. Lus Mercedes López Acuña



Sinodal Propietario

Dr. Juan Pablo Lazo Corvera



Sinodal propietario

Dr. Eduardo Durazo Beltrán

DEDICATORIA

A DIOS POR DARMER EL DON DE VIVIR Y SER FELIZ EN ESTE MUNDO MARAVILLOSO.

A MIS ABUELOS RUFINO ESPINOZA Y GREGORIA LEAL (Q.E.P.D).

A MI MADRE HERMOSA QUE HA SIDO MADRE Y PADRE DURANTE TODA MI VIDA.

A MIS HERMANOS MARISOL, JESÚS (CHUY), MIRIAM Y A MIS DOS PEQUES SOBRINOS (JOSE RAMON E ITZHEL).

A MI HERMOSA Y BELLA ESPOSA LIZ AMERICA (PEQUEÑA) QUE SIEMPRE ME HA APOYADO EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS DURANTE MI FORMACIÓN PROFESIONAL Y EN MI VIDA. GRACIAS AMOR POR HACERME TAN FELIZ. TE AMO MI BEBE.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Baja California.

A la Facultad de Ciencias de Marinas, por ser la facultad donde me forme profesionalmente en Maestro en Ciencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindarme la beca para realizar mis estudios de posgrado.

De manera muy especial a la Dra. Lus Mercedes López (Lucy) por su invaluable apoyo, consejos y dirección de este trabajo, en verdad Doctora Lucy muchas, pero muchas gracias por enseñarme a ser una persona responsable en mi vida y por todos aquellos momentos en que me brindo su mas sincero apoyo y amistad gracias por enseñarme a ser una persona dedicada en mi trabajo.

Al Dr. Juan Pablo Lazo, por su magnifica amistad, dirección y asesoramiento del trabajo, estoy muy agradecido con usted Dr. pues me enseñó que en esta vida nunca uno deja de aprender cosas nuevas, muchas gracias.

Al Dr. Eduardo Durazo, por haber sido mi maestro durante mi Maestría y por su asesoramiento en este trabajo muchas gracias.

Al Dr. Benjamín Barón por su invaluable apoyo y asesoramiento en este estudio, gracias doctor por tenerme paciencia y por dejarme aprender en su laboratorio.

A todo el personal de la Unidad de Biotecnología en Piscicultura (UABC- FCM) que me brindaron sus instalaciones y apoyo en este trabajo (Gerardo, Iván,

Capitán, pero de manera muy en especial al Dr. David Conal True, gracias por su amistad inigualable y por todos sus consejos y apoyo durante este trabajo.

A todos mis profesores de la Facultad de Ciencias Marinas y del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (UABC) que me brindaron todos sus conocimientos durante mi estancia como estudiante.

A todos mis compañeros del salón de clase que siempre me brindaron su amistad, gracias por todos esos momentos que pasamos juntos durante la Maestría.

A mis compañeros y amigos (Toño, Gera, Ale, Polo, Iván y Lety) gracias amigos por estar conmigo cuando los necesitaba, gracias.

A toda mi familia de la Brecha Guasave, Sinaloa, por que sé que siempre me han estado apoyando, a todos mis Tíos y primos: Pono, Prin, Nono, Víctor, Cuata, Gisela, Tere, Mocha, y de manera muy especial a mi Tía Chita y Chelino que se que siempre están deseando que me vaya bien, les agradezco muchas gracias por ser como padres para y sobre todo por considerarme un hijo mas en su vida.

A todos aquellos que no los menciono, pero que siempre estuvieron conmigo.

A todos muchas gracias.

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA EN LA DIETA SOBRE EL CRECIMIENTO, SOBREVIVENCIA Y UTILIZACION DEL ALIMENTO EN JUVENILES DEL LENGUADO DE CALIFORNIA (*Paralichthys californicus*) CULTIVADO A DIFERENTES TEMPERATURAS

Resumen

El presente estudio fue conducido para evaluar el efecto de tres niveles de energía (19, 20 y 21 kJ) sobre el crecimiento, sobrevivencia y utilización de nutrientes en dietas utilizadas para alimentar juveniles de lenguado de California (*Paralichthys californicus*) (3.9 g peso inicial) bajo dos temperaturas (20 y 25 °C). El trabajo consistió en un diseño factorial de 3 niveles de energía por dos temperaturas con tres replicas por tratamiento. Al final del desarrollo experimental (56 días de cultivo) se observo que los organismos cultivados a 20°C y alimentados con dietas que contenían 19 y 20 kJ como fuente de energía presentaron crecimientos, sobrevivencia, TEP y TCA sobresalientes respecto al resto de los tratamientos experimentales. Además, se observaron diferencias significativas en sobrevivencia y crecimiento en aquellos tratamientos sometidos a un mayor nivel de energía y temperatura.

INDICE

DEDICATORIA-----	I
AGRADECIMIENTOS-----	II
RESUMEN-----	IV
INDICE-----	V
INDICE DE FIGURAS-----	VII
INDICE DE TABLAS-----	VIII
1. INTRODUCCION-----	1
2. ANTECEDENTES-----	5
3. HIPOTESIS-----	9
4. OBJETIVOS-----	9
4.1 OBJETIVO GENERAL-----	9
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS-----	9
5.0 MATERIAL Y METODOS-----	10
5.1 Diseño experimental-----	10
5.2 Elaboración de dietas-----	10
5.3 Condiciones de cultivo-----	13
5.4 Muestreos y toma de datos-----	14
5.5 Crecimiento y sobrevivencia-----	14
5.6 Eficiencia Alimenticia y Eficiencia proteica-----	15
5.7 Digestibilidad del alimento-----	16
5.8 Análisis químico proximal y contenido calórico de las dietas-----	17
5.9 Índice Hepatosomático-----	18
5.10 Análisis estadístico-----	18
6. RESULTADOS-----	20
6.1 Supervivencia-----	20
6.2 Crecimiento en longitud-----	20
6.3 Crecimiento en peso-----	23
6.4 Tasa de Crecimiento Específico-----	25
6.5 Tasa de Eficiencia Proteica-----	25
6.6 Tasa de Conversión Alimenticia-----	25
6.7 Coeficiente de Digestibilidad Aparente-----	26

6.8 Composición Proximal-----	26
6.8.1 Músculo-----	26
6.8.2 Pez Entero-----	27
6.8.3 Hígado-----	27
6.9 Índice hepatosomático-----	28
7. DISCUSIONES-----	31
7.1 Parámetros de Crecimiento-----	31
7.2 Coeficiente de Digestibilidad Aparente-----	34
7.3 Composición Proximal-----	35
8. CONCLUSIONES -----	38
9. RECOMENDACIONES-----	38
10. BIBLIOGRAFIA-----	40
11. ANEXOS-----	53

Lista de figuras.

Figura 1. Crecimiento en longitud (cm) presentado durante el desarrollo experimental en juveniles de *P. californicus* bajo condiciones de cultivo.-----33

Figura 2. Crecimiento en peso (g) por semanas presentado durante el desarrollo experimental en juveniles de *P. californicus* bajo condiciones de cultivo.-----34

Lista de Tablas.

Tabla 1. Formulación y composición proximal de las dietas experimentales para juveniles de *Paralichthys californicus*, bajo condiciones de cultivo.....21

Tabla 2. Valores biológicos de juveniles del lenguado de California *Paralichthys californicus* alimentados con dietas formuladas a partir de tres diferentes niveles de energía y bajo dos diferentes temperaturas.....32

Tabla 3. Composición proximal de porción muscular, pez entero e hígado, en base seca de juveniles de *P. californicus* alimentados con dietas formuladas a base de tres diferente niveles de energía y bajo dos diferentes temperaturas.-41

1.0. INTRODUCCIÓN

La piscicultura marina es una actividad relativamente nueva, cuyo auge data de los años 60s, cuando se desarrollaron las técnicas para la producción de huevos, larvas y juveniles de *Pagrus major* en Japón (Ikenoue y Kafuku, 1992).

El cultivo de peces marinos a escala mundial se basa principalmente en la producción de 3 a 4 especies. La rentabilidad de una unidad de producción de peces, depende en gran medida de la calidad y cantidad de alimento proporcionado. Mientras más intensivo sea el sistema de cultivo, mayor será la necesidad de suministrar a los organismos un alimento formulado que cubra sus requerimientos nutricionales (Hepher, 1988).

En México, el desarrollo de la piscicultura marina se inicia a finales de la década de los 80s, cuando se realizaron los estudios para la engorda del pámpano (*Trachinotus paitiensis*) en jaulas flotantes por el departamento de Acuacultura de la Delegación Federal de Pesca en Baja California Sur. Posteriormente, el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) desarrolló investigaciones sobre la biología de huevos y larvas de peces marinos y propuso un cierto número de especies como candidatos potencial para su cultivo entre los que destacan la cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*) y el huachinango (*Lutjanus peru*) (Matus-Nivon *et al.*, 1990).

Una de las especies marinas más cotizadas en la costa del Pacífico mexicano es el lenguado de California (*Paralichthys californicus*), ya que es un recurso pesquero de gran importancia en México y parte del sur de California en EUA debido a su gran aceptación en el mercado por la textura y sabor de su carne. Dentro de la familia Paralichthyidae el lenguado de California es la especie que llega alcanzar tallas de hasta 1.5 m de longitud y un peso aproximado de 32 kg (Kucas y Hassler, 1986). Debido a la sobreexplotación pesquera de esta especie, la población ha disminuido considerablemente desde 1990 (California Department of Fish and Game, 2001).

Sin embargo, la demanda por este recurso a escala nacional e internacional sigue en incremento, por lo que es de suma importancia desarrollar técnicas para su cultivo comercial. En su medio natural el lenguado de California se alimenta principalmente de organismos que viven en la arena o fango, como moluscos, peces pequeños, cangrejos y otros crustáceos. Así mismo, puede capturar pulpos, por lo cual es considerado un pez carnívoro (Anuario Estadístico de Pesca, 1986).

En la alimentación de los peces se ha de considerar dos aspectos fundamentales: a) los requerimientos nutricionales y energéticos específicos de la especie, es decir, que nutrientes y en que cantidades los requiere el pez para el mantenimiento y el crecimiento adecuado y b) La estrategia de la

alimentación, es decir las características generales de la alimentación de los peces (NRC, 1993).

Uno de los aspectos más importantes en la nutrición de organismos acuáticos es determinar cual es la cantidad mínima y máxima de energía requerida en las dietas para que los organismos puedan realizar sus actividades metabólicas, fisiológicas básicas, además un buen crecimiento, por lo cual es necesario ofrecer un balance energético en la alimentación (Webster y Lim, 2000). Se ha descrito que un exceso de energía en las dietas afecta el funcionamiento de peces, ya que el crecimiento se puede reducir como resultado de un menor consumo de alimento, debido a que el organismo cubre primordialmente la demanda energética (Lovell, 1988).

Por otra parte, cuando los peces son alimentados con dieta deficiente en energía, se utiliza la proteína como fuente energética y esto eleva el costo de producción (Bureau *et al.*, 2002). Por otro lado, la temperatura tiene efectos sobre la utilización de nutrientes, como por ejemplo, en la supervivencia y las tasas de crecimiento, especialmente en juveniles de peces cuando son expuestos a temperaturas no aptas para su cultivo (Azevedo *et al.*, 1998).

La cantidad de energía requerida para producir un crecimiento máximo en peso en el pez dependerá de los componentes de la dieta, pero también existen factores medioambientales que alteran los requerimientos de energía

tales como: la intensidad de luz, fotoperíodo, oxígeno, salinidad y uno de los más importantes que es la temperatura del agua. Los peces al ser animales poiquiloterms ajustan su tasa metabólica de acuerdo a la variación de la temperatura del agua. De esta manera, los cambios de la temperatura del agua influyen en el crecimiento, gastos de energía y el consumo de alimento, por lo que debe de cuidar la composición de la dieta, especialmente los niveles de proteína y energía (Azevedo, 1998). La temperatura del agua es considerada como uno de los factores más importantes en el control de la utilización del alimento en todos los estadios de crecimiento de larvas, juveniles y adultos de peces (Kaushik, 1994).

2.0. ANTECEDENTES

Los efectos de la temperatura sobre la utilización de nutrientes ha sido estudiado en especies de peces, como trucha (Elliott, 1982) y salmón (Weatherley y Gill, 1987; Koskela, 1997). Se ha demostrado que un aumento en la temperatura tiene un efecto negativo sobre requerimiento energético en los organismos, además, se ha determinado que variaciones de la temperatura de cultivo presenta efectos en el mantenimiento y requerimiento de energía bruta en los peces (Brett, 1979; Elliott, 1982).

El efecto de la temperatura en la tasa metabólica y consumo de energía se ha estudiado intensamente en varias especies de peces, Le Ruyet *et al.* (2006) realizaron un estudio sobre el efecto de la temperatura sobre el crecimiento en juveniles de *Pollachius pollachius* donde evaluaron cinco diferentes temperaturas (9, 12, 15, 18 y 21 °C) y observaron un incremento en el crecimiento a temperaturas de 12 y 15 °C. Sin embargo, no hubo incremento en aquellos peces cultivados a 18 y 21 °C. En otro trabajo, Le Ruyet *et al.* (2004) estudiaron el efecto de la temperatura sobre el metabolismo y crecimiento en juveniles de corvina europea (*Dicentrarchus labrax*), evaluaron seis diferentes temperaturas 13, 16, 19, 22, 25 y 29 °C y observaron que las mejores ganancias en peso fueron a temperaturas de 13 a 25 °C. En ambos estudios de Le Ruyet y colaboradores el énfasis fue dirigido al efecto de la temperatura en el crecimiento y sobrevivencia de los peces.

Cho y Slinger (1980) reportaron para trucha arcoiris que el incremento de la temperatura del agua de 7.5 a 20 °C resultó en un incremento en el consumo de energía digestible. Por otro lado, en el salmón del Atlántico la tasa metabólica aumento con el aumento de la temperatura, dentro del intervalo de temperaturas en la que vive esta especie (Caulton, 1977).

Kim *et al.* (2002) reportan un máximo crecimiento en juveniles de *P. olivaceus* con dietas que contenían entre 46 y 50% de proteína cruda y 17 kJ de energía a una temperatura que oscilo de 20 a 23 °C. En contraste, Yigit *et al.* (2004) determinaron para juveniles de la misma especie los máximos de crecimiento y sobrevivencia con dietas con 50% de proteína cruda y 20 kJ de energía bruta a una temperatura mínima de 18 y máxima de 22 °C.

Lee y Kim (2005) realizaron un trabajo en el que evaluaron nueve dietas con 3 niveles de proteína cruda y 3 niveles de lípidos en juveniles de *P. oliváceos*. En este estudio se obtuvo un mayor crecimiento a una temperatura de cultivo de 18 °C y mejor eficiencia alimenticia con las dietas que contenían 46 y 51% de proteína y 6% lípidos, y contenían 18 y 19 kJ como energía bruta.

Cho y colaboradores (2005) realizaron un trabajo con el lenguado del atlántico (*Scophthalmus maximus*) donde estudiaron el efecto de los niveles y

utilización de la proteína cruda (55.0, 60.0 y 65.6%) en la dieta con diferentes niveles de lípidos (6.9 y 16.8%) sobre el crecimiento y composición corporal en juveniles de esta especie. Estos investigadores encontraron que a una temperatura promedio de 19 ± 1.2 °C y 55% de proteína cruda, 16.8% de lípidos y 16.5 kJ de energía bruta los peces obtuvieron los mayores valores de crecimiento, tasa de crecimiento específico y eficiencia alimenticia. En contraste, Imsland *et al.* (2001) reportó para esta misma especie que a temperaturas de 21.8° y 18.3 °C y alimentado con una dieta comercial con 55% de proteína cruda y 12% de lípidos se presentaron un mejor crecimiento, y mayor eficiencia alimenticia con respecto a lo reportado por Cho *et al.* (2005).

En *Paralichthys californicus* existe muy poca información sobre sus requerimientos nutricionales y energéticos bajo condiciones de cultivo tanto en larvas como en juveniles. Estudios realizados en *P. californicus* comprenden aspectos como: desarrollo morfológico y modelos de crecimiento alométrico en larvas (Gisbert *et al.*, 2002); desarrollo de métodos de cultivo (Conklin *et al.*, 2003); estudio del desarrollo ontogénico del sistema digestivo en larvas (Gisbert *et al.*, 2004); efecto del retraso en la primera alimentación en la condición nutricional y mortalidad en larvas de *P. californicus* (Gisbert *et al.*, 2004) y la actividad proteolítica en estadios larvales (Zacarias-Soto *et al.*, 2006).

Sharook (2002) estudio la ecofisiología en juveniles de *P. californicus* en relación con la talla del cuerpo, temperatura del agua y salinidad, y encontró que a temperaturas menores de 14 °C y mayores de 25 °C, los lenguados presentaban problemas de crecimiento, sobrevivencia y crecimiento por lo que concluyo que la temperatura mas adecuada para el cultivo de esta especie es de 20 °C.

Bush (2003) evaluó el efecto del contenido de lípidos en la utilización de proteína en juveniles del lenguado de California mediante dietas isoprotéicas (50%) y cuatro diferentes niveles de lípidos (7, 10, 13 y 16%), en sus resultados el autor no encontró diferencias significativas en el crecimiento, tasa de crecimiento específico y eficiencia alimenticia, concluyendo que los diferentes niveles de lípidos utilizados en este experimento no afectan el crecimiento de esta especie.

3.0. HIPOTESIS

Niveles de energía bruta en la dieta de alrededor de 21 kJ tiene un efecto positivo en el crecimiento y utilización del alimento en juveniles de lenguado (*P. californicus*) cultivados a temperaturas de 20 y 25 °C.

4.0. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de los niveles de energía de la dieta sobre el crecimiento y utilización de nutrientes en juveniles del lenguado de California cultivados a dos temperaturas.

4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ♦ Evaluar el efecto de tres niveles de energía (19, 20 y 21 kJ) en el crecimiento y sobrevivencia en juveniles de lenguado *P. californicus* cultivados a 20 y 25 °C.
- ♦ Evaluar el efecto de la temperatura sobre la digestibilidad de las dietas suministradas a los juveniles de lenguado *P. californicus* bajo condiciones de cultivo.

5.0. METODOLOGÍA

5.1. Diseño experimental.

Se aplicó un diseño factorial tres por dos, donde se evaluaron tres niveles de energías en las dietas (19, 20 y 21 kJ) con dos temperaturas (20 y 25 °C). Cada tratamiento se evaluó por triplicado, las dietas experimentales y temperaturas fueron asignadas aleatoriamente a cada uno de las unidades experimentales.

5.2. Elaboración de dietas

Se formularon tres dietas isoprotéicas (50%) con tres niveles de energía (19, 20 y 21 kJ) (Tabla I). Las dietas fueron elaboradas en el laboratorio de Unidad de Biotecnología de Piscicultura de la Facultad de Ciencias Marinas (UABC). Como fuente proteica se utilizó harina de músculo de totoaba preparada en el laboratorio y harina comercial de krill. La composición proximal de las dietas fue determinada por triplicado.

Tabla 1. Formulación y composición proximal de las dietas experimentales para juveniles de *Paralichthys californicus*, bajo condiciones de cultivo.

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Harina de músculo de pescado ^a	45	45	45
Harina de krill ^b	7.9	7.9	7.9
Aceite de pescado ^b	8.0	10.0	12.1
Almidón	9.0	10.5	11.5
Celulosa	13.8	10.3	7.2
Ensilaje	5.0	5.0	5.0
Gelatina	5.0	5.0	5.0
Minerales ^d	3.0	3.0	3.0
Vitaminas ^e	3.0	3.0	3.0
Colina	0.3	0.3	0.3
α -Tocoferol	0.01	0.01	0.01
Relación E/P	9.0	9.5	10.0
Energía (kJ)	19.0	20.0	21.0
Composición proximal			
Proteínas	52.4	51.7	50.9
Lípidos	15.0	17.4	19.0
Cenizas	6.9	7.0	7.0
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	25.6	23.9	23.1
Energía (kcal/kg)	5455.4	5536.9	5678.3

^a Harina de pescado elaborada con músculo de *Totoaba macdonaldi* de cultivo.

^b Harina de krill comercial proporcionada por Skretting, Vancouver, British Columbia, Canada.

^c Ensilaje hecho a partir de vísceras de atún.

^d g/kg de mezcla de minerales: KH_2PO_4 (250); KI (0.2); $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (200); MgSO_4 , H_2O (100); $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (1); $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0.04); $\text{Al}(\text{OH})_3$ (0.1), MnSO_4 (3); $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (6); ZnSO_4 (5); Na_2Se_2 (0.05) y tierra de diatomeas (432).

^e Mezcla de vitaminas proporcionada por Skretting, Vancouver, British Columbia, Canadá.

El contenido de carbohidratos, vitaminas, minerales, ligantes y antioxidantes se estableció de acuerdo a recomendaciones para diferentes especies de lenguado (Kikuchi *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 2002 y 2004; Lee *et al.*, 2000, 2002 y 2005). El análisis proximal de las dietas experimentales se muestra en la Tabla I.

Todos los ingredientes de la dieta, excepto la gelatina y el almidón, se molieron hasta obtener una harina de tamaño de grano de 250 micras. Una vez obtenida dicha harina se homogenizaron en un procesador de alimentos (Hobart, Troy, OH) por 10 min. Subsecuentemente, se agregó agua a la gelatina y al almidón y se calentó hasta gelificar la mezcla y posteriormente se mezcló con los ingredientes secos hasta formar una pasta homogénea.

La mezcla se pasó por un pelletizador con salida de 3 y 5 mm de diámetro. Los pellets se secaron por 12 horas a 60 °C en un horno de convección. Todas las dietas se almacenaron a -20 °C hasta su uso.

5.3. Condiciones de cultivo

Se obtuvieron huevos de *Paralichthys californicus* del laboratorio de HUBBS-SEA WORLD RESEARCH INSTITUTE de San Diego, California, USA y se transportaron al laboratorio de cultivo de peces marinos del departamento de Acuicultura (CICESE) en Ensenada, BC, México, lugar donde se cultivaron hasta su estadio juvenil (3.2 g, 6.6 cm) y de los cuales se seleccionaron 720 juveniles y se distribuyeron aleatoriamente en 18 estanques experimentales de 180 l, con un flujo de recambio de agua de mar filtrada de 1.3 l / min a lo largo del experimento.

Los 6 tratamientos fueron sometidos a un periodo de acondicionamiento por 7 días. Durante este periodo, los organismos consumieron alimento comercial (Silver cup: 32% proteína, 5% lípidos), enseguida de este periodo se les suministró las dietas experimentales correspondientes.

El experimento tuvo una duración de 56 días, durante el cual los organismos fueron alimentados de acuerdo a su peso corporal, utilizando tasas de alimentación del 5% durante la primera semana de experimento. Posteriormente la tasa de alimentación se redujo al 3% hasta el final del periodo experimento. Los peces fueron alimentados tres veces al día: 9.00 a.m., 13.00 p.m. y 18:00 p.m.

Durante todo lo experimento los estanques fueron sifoneados una vez al día (entre el primer y segundo periodo de alimentación). Los parámetros de salinidad y oxígeno disuelto fueron registrados una vez al día. La temperatura fue registrada por la mañana y la tarde con el fin de tener un mayor control sobre este parámetro.

5.4. Muestreos y toma de datos

Se registro el peso y la longitud de 20 individuos por tanque ($n = 20$) al inicio y al final del experimento. Al inicio del experimento (final del periodo de acondicionamiento) se colectaron 54 peces (3 por estanque), al final del bioensayo se tomaron 20 juveniles por estanque los cuales fueron disectados para su posterior análisis bioquímico. Ambas muestras se mantuvieron a -20° C hasta su análisis.

5.5. Crecimiento y sobrevivencia

Para obtener el crecimiento en longitud (mm) se midieron los peces individualmente ($n = 20$) utilizando un ictiómetro. El peso se realizó por grupo de 20 organismos por muestra por semana, para minimizar el posible estrés y daño físico por manejo, en una balanza electrónica (Accualab-AI 602)..

Los datos de peso corporal individual (PC, g) se obtuvieron dividiendo el peso del grupo entre el número de organismos pesados. Se calcularon las tasas de crecimiento en longitud (mm día^{-1}) y peso (g día^{-1}), al principio y final del experimento, dividiendo el crecimiento observado entre el número de días transcurridos (peso ó longitud final – peso ó longitud inicial / días transcurridos). La tasa de crecimiento específico en peso (TCE) se calculó tomando en cuenta un crecimiento exponencial, con la fórmula de Lagler (1956):

$$TCE = [(\ln PC_f - \ln PC_i) / T] * 100$$

en la que PC_f es el peso al finalizar el experimento, PC_i es el peso inicial de los organismos y T es el número de días que duró el experimento.

Diariamente se registraron las muertes por tanque. Al final del experimento se obtuvieron el número total de organismos muertos por tratamientos y se determinó el porcentaje de sobrevivencia como (peces vivos al final del experimento / cantidad de peces al inicio del experimento * 100).

5.6. Eficiencia alimenticia y Eficiencia proteica

La cantidad de alimento consumido por tanque se determinó semanalmente de acuerdo a su porción corporal, desde un 5% al inicio y un 3% al final del experimento, y con base a los resultados obtenidos durante las biometrías realizadas semanalmente.

La Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) se calculó para cada tratamiento dividiendo el alimento consumido (C) en base seca sobre el peso ganado por pez (C / peso ganado), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$TCA = \text{peso ganado} / \text{peso alimento}$$

La Tasa de Eficiencia de Proteína (TEP) se obtuvo como la razón de gramos de proteína consumida por unidad de peso húmedo ganado (proteína consumida / peso húmedo ganado), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$TEP = \text{peso ganado} / \text{proteína consumida}$$

5.7. Digestibilidad del alimento

Para determinar la digestibilidad del alimento en las semanas 6 y 7 se recolectaron heces, mediante presión abdominal. La recolección de heces fue en un lapso no mayor de 1 hora después de cada periodo de alimentación. La técnica empleada para estimar la digestibilidad aparente del alimento fue a través de la determinación de cenizas insolubles en ácido, descrita por Tejada (1992) y modificada por Montaña-Vargas *et al*, (2002). Esta consistió en calcinar las muestras a 450 °C durante 12h, después acidificarlas con HCl 2N para posteriormente filtrar la solución en filtros de fibra de vidrio GF/F (25 mm diámetro) previamente lavados, calcinados y pesados. Posteriormente se

enjuagan con agua destilada caliente para remover el ácido remanente. Los filtros con las muestras fueron calcinados (420 °C) nuevamente y pesados. El coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) se calculó de acuerdo a lo reportado por Caballero *et al.* (2002) y Satpathy *et al.* (2003), mediante el uso de las siguientes ecuaciones:

CDA del alimento:

$$CDA = 100 - (I_{\text{alimento}} / I_{\text{heces}}) * 100$$

Donde: CDA = coeficiente de digestibilidad aparente, I = indicador (cenizas ácido insolubles).

5.8. Análisis químico proximal y contenido calórico del alimento

Se analizó la composición química proximal de los alimentos, porción muscular, hígado, pez entero y calorías en heces.

La determinación de humedad se realizó secando las muestras en un liofilizador (VirTis Freezemobile, modelo 12EL) hasta obtener un peso constante. La proteína cruda se determinó cuantificando la cantidad de nitrógeno por el método microkjeldhal (AOAC, 1995) y multiplicando por el factor de conversión de 6.25. La cantidad de lípidos totales se determinó por extracción con cloroformo: metanol (2:1 v/v) según el método de Folch *et al.*

(1957). Las cenizas se estimaron por calcinación a 500 °C por 6 horas, de acuerdo a lo recomendado por la AOAC (1995). El extracto libre de nitrógeno (ELN) se calculó por diferencia del 100%.

El contenido calórico de las muestras de alimento se determinó por medio de una bomba calorimétrica PARR 1281, empleando ácido benzoico como estándar (26.434 kJ g⁻¹).

5.9. Índice hepatosomático

Se extrajeron los hígados de los peces muestreados al final del experimento para determinar el índice hepatosomático (peso de hígado (g) / peso del pez (g)).

5.10. Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico STATISTICA versión 5.0. El diseño experimental del presente trabajo fue completamente al azar. Los datos fueron analizados mediante un análisis factorial 3 x 2 (análisis de varianza de dos vías ANOVA: nivel de energía x temperatura). Las diferencias entre medias por tratamiento fueron determinadas mediante comparaciones múltiples de Neuman-Keuls. Las diferencias significativas se establecieron con una probabilidad (α) de 0.05. La normalidad

de los datos fue analizada mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov ($\alpha=0.05$) y la homogeneidad de varianzas se determinó a través de la prueba Bartlett ($\alpha=0.05$). En aquellos casos en que no se cumplieron los requerimientos del ANOVA (normalidad y homogeneidad de varianzas) se aplicó la prueba no paramétrica de Fisher.

6.0. RESULTADOS

6.1. Supervivencia

Los organismos alimentados con los tratamientos T1 (20 °C, 19 kJ), T3 (20 °C, 20 kJ) y T5 (20 °C, 21 kJ) presentaron las supervivencias mas altas (100%, $99.2 \pm 0.83\%$ y $98.3 \pm 0.83\%$, respectivamente). Por otro lado, los organismos cultivados en T4 (25 °C, 20 kJ) mostró diferencias significativas ($P= 0.030$) respecto al resto de los tratamientos con la tasa de supervivencia mas baja ($88.3 \pm 8.2\%$) (Tabla 2).

6.2. Crecimiento en longitud

En la Tabla 2 se reportan los resultados de crecimiento en longitud (cm) que presentaron los organismos cultivados con los diferentes tratamientos de alimentación.

Se sembraron juveniles con un promedio de 6.62 ± 0.05 cm y al final del experimento el mayor crecimiento en longitud se observó en el T5 (20 °C, 21 kJ) con 10.1 ± 0.25 cm, el cual no fue diferente significativamente ($P= 0.092$) con respecto a los tratamientos T1, T2, T3, y T4.

No se encontró un efecto significativo ($P = 0.839$) en el crecimiento en longitud debido al nivel de energía en las dietas, sin embargo, la temperatura produjo un efecto significativo ($P = 0.012$) ya que los organismos alimentados con la dieta de mayor nivel de energía (21 kJ) y cultivados a 25 °C (T6) registraron un crecimiento significativamente inferior a los demás tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2. Valores biológicos de juveniles del lenguado de California *Paralichthys californicus* alimentados con dietas formuladas a partir de tres diferentes niveles de energía y bajo dos diferentes temperaturas. TCE= Tasa de crecimiento específico. IHS= Índice hepatosomático. TCA= Tasa de conversión alimenticia. CDA= Coeficiente de digestibilidad aparente. Los valores presentados son la media $\pm$ error estándar de $n=3$. Los diferentes superíndices indican las diferencias significativas entre los tratamientos a un alfa de ($\alpha=0.05$).

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Anovas
	20 °C, 19 kJ	25 °C, 19 kJ	20 °C, 20 kJ	25 °C, 20 kJ	20 °C, 21 kJ	25 °C, 21 kJ	
Longitud inicial (cm)	6.6 $\pm$ 0.05	6.6 $\pm$ 0.04	6.5 $\pm$ 0.05	6.5 $\pm$ 0.06	6.7 $\pm$ 0.06	6.5 $\pm$ 0.05	P>0.05
Longitud final (cm)	9.9 $\pm$ 0.18 ^a	9.5 $\pm$ 0.11 ^a	9.8 $\pm$ 0.09 ^a	9.7 $\pm$ 0.37 ^a	10.1 $\pm$ 0.25 ^a	9.1 $\pm$ 0.09 ^b	P<0.05
Aumento en longitud (cm)	3.3 $\pm$ 0.19 ^a	2.9 $\pm$ 0.15 ^a	3.2 $\pm$ 0.08 ^a	3.1 $\pm$ 0.31 ^a	3.4 $\pm$ 0.29 ^a	2.5 $\pm$ 0.04 ^b	T= P<0.012
Peso inicial (gr)	3.9 $\pm$ 0.02	3.9 $\pm$ 0.03	3.8 $\pm$ 0.05	3.9 $\pm$ 0.04	3.9 $\pm$ 0.03	3.9 $\pm$ 0.02	P>0.05
Peso final (gr)	15.0 $\pm$ 0.38 ^a	14.7 $\pm$ 0.17 ^a	14.7 $\pm$ 0.58 ^a	14.2 $\pm$ 0.66 ^a	15.1 $\pm$ 0.50 ^a	12.7 $\pm$ 0.05 ^b	P<0.05
Aumento en peso (gr)	11.0 $\pm$ 0.37 ^a	10.8 $\pm$ 0.16 ^a	10.8 $\pm$ 0.57 ^a	10.3 $\pm$ 0.67 ^a	11.0 $\pm$ 0.47 ^a	8.7 $\pm$ 0.052 ^b	T= P<0.026
TCE (% peso corporal/d)	5.0 $\pm$ 0.05 ^a	4.9 $\pm$ 0.02 ^a	4.9 $\pm$ 0.08 ^a	4.9 $\pm$ 0.10 ^a	5.0 $\pm$ 0.07 ^a	4.6 $\pm$ 0.09 ^b	T= P<0.023
Sobrevivencia	100 $\pm$ 0 ^a	92.5 $\pm$ 2.5 ^e	98.3 $\pm$ 8.3 ^{cab}	88.3 $\pm$ 8.2 ^f	99.2 $\pm$ 8.3b ^b	95 $\pm$ 1.4 ^{dabc}	T= P<0.030
IHS	1.19 $\pm$ 0.05	1.30 $\pm$ 0.10	1.35 $\pm$ 0.20	1.27 $\pm$ 0.13	1.53 $\pm$ 0.14	1.14 $\pm$ 0.09	P>0.50
TCA	1.3 $\pm$ 0 ^c	1.4 $\pm$ 0 ^b	1.4 $\pm$ 0 ^b	1.4 $\pm$ 0 ^b	1.3 $\pm$ 0 ^c	1.6 $\pm$ 0 ^a	Td= P<0.001
TEP	1.33 $\pm$ 0.04 ^a	1.20 $\pm$ 0.05 ^b	1.28 $\pm$ 0.08 ^a	1.10 $\pm$ 0.14 ^c	1.32 $\pm$ 0.05 ^a	1.01 $\pm$ 0.07 ^c	T= P<0.007
Digestibilidad (CDA %)	66.4 $\pm$ 0.50 ^a	67.1 $\pm$ 0.84 ^a	60.2 $\pm$ 1.43 ^d	64.7 $\pm$ 1.1 ^b	62.4 $\pm$ 0.26 ^c	63.1 $\pm$ 2.20 ^b	Td= P<0.030

T= diferencia significativa debido al nivel de temperatura, E= diferencia significativa debido al nivel de energia en la dieta In= diferencia significativa debido a la Interacción T/E y por ultimo Td= es la diferencia significativa debido a T, E y relacion T/E.

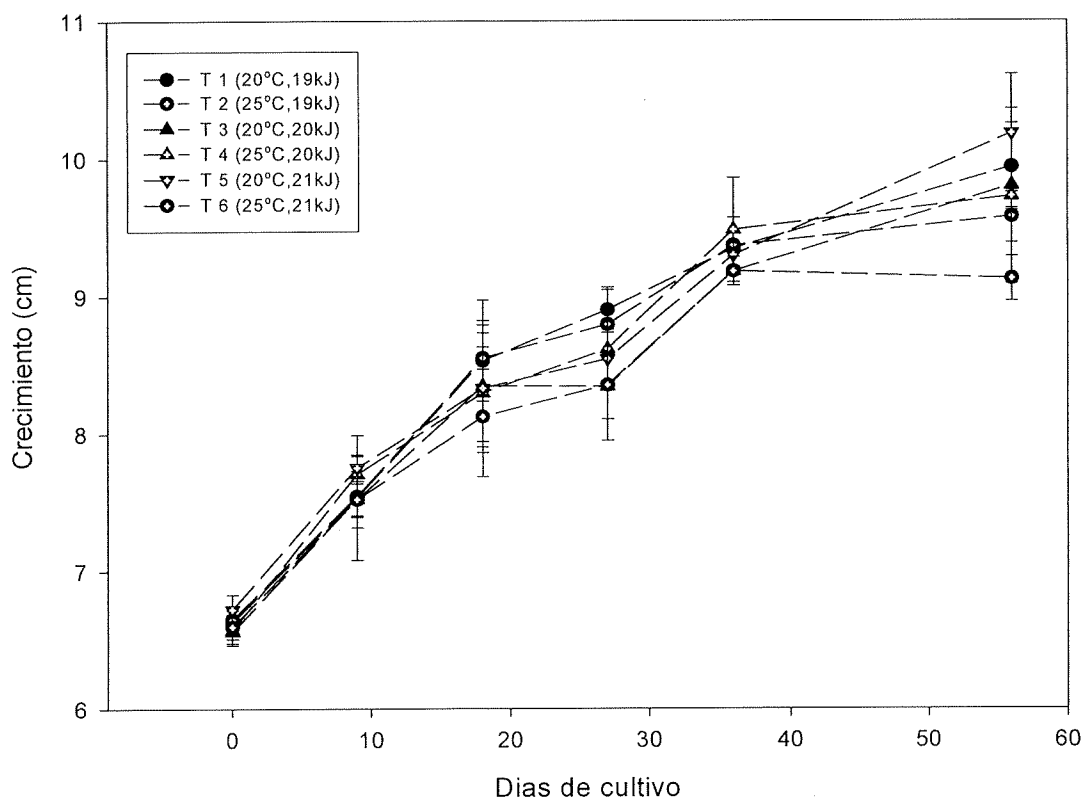


Figura 1. Crecimiento en longitud (cm) presentado durante el desarrollo experimental en juveniles de *P. californicus* bajo condiciones de cultivo.

6.3. Crecimiento en peso

En la Tabla 2 se reportan los resultados de crecimiento en peso (g) que presentaron los organismos cultivados con los diferentes tratamientos de alimentación. Se sembraron juveniles con un peso promedio de 3.92 ± 0.030 g y al final del experimento el mayor crecimiento en peso se observó en el T5 (20 °C, 21 kJ) con 11.0 ± 0.47 g, el cual no fue diferente significativamente ($P = 0.131$) con respecto a los tratamientos (T1, T2, T3, y T4).

No se encontró un efecto significativo ($P = 0.153$) en el crecimiento en peso debido al nivel de energía en las dietas; sin embargo, la temperatura sí mostró un efecto significativo ($P = 0.026$), los organismos alimentados con la dieta de mayor nivel de energía (21 kJ) y cultivados a 25 °C (T6) registraron un crecimiento significativamente inferior a los demás tratamientos (Tabla 2).

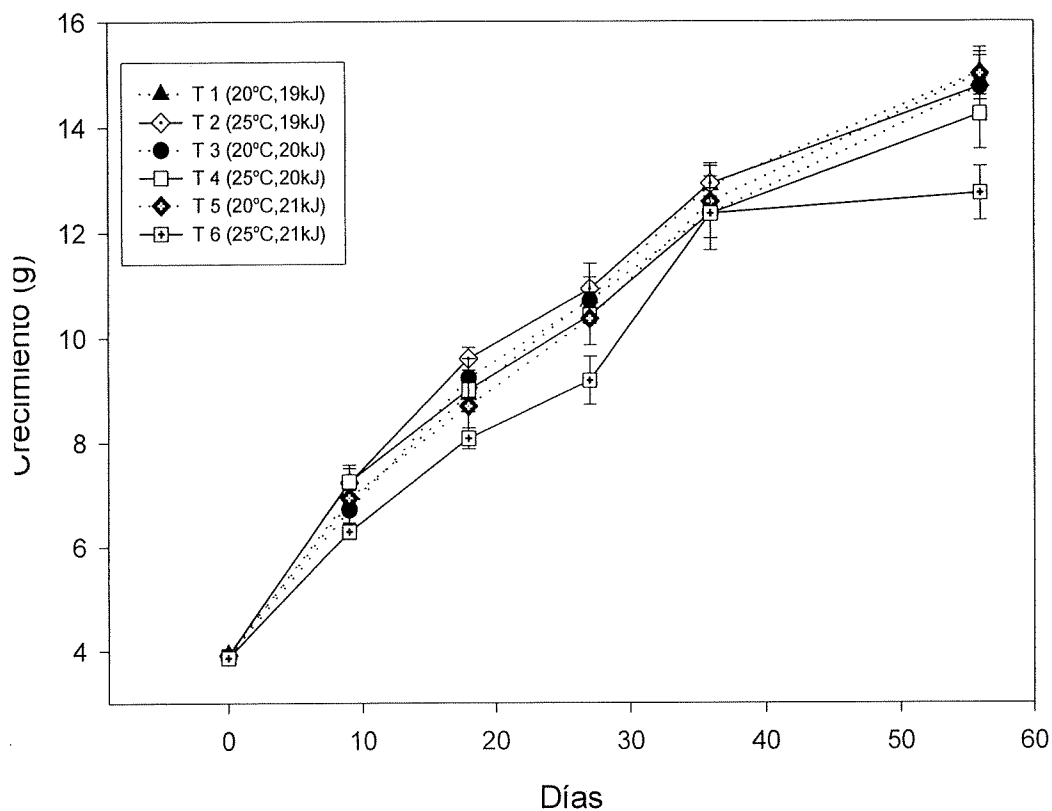


Figura 2. Crecimiento en peso (g) por semanas presentado durante el desarrollo experimental en juveniles de *P. californicus* bajo condiciones de cultivo.

6.4. Tasa de crecimiento específico

En la Tabla 2 se muestran los valores de TCE de los seis tratamientos. La mayor TCE se observó en el T5 (20 °C, 21 kJ), 5.0 ± 0.07 seguido por T1 (20 °C, 19 kJ) 5.0 ± 0.05 mientras que el valor más bajo se observó en el T6 (25 °C, 21 kJ), con un valor de 4.6 ± 0.09 el cual mostró diferencias significativas ($P = 0.023$) con respecto al resto de los tratamientos debido a la temperatura (Tabla 2).

6.5. Tasa de eficiencia proteica

En la Tabla 2 se observan los valores de TEP de los seis tratamientos. La mayor TEP se observó en T1 (20 °C, 19 kJ), 1.33 ± 0.04 , seguido por T5 (20 °C, 21 kJ) 1.32 ± 0.05 , mientras que el valor más bajo se observó en el T6 (25 °C, 21 kJ), con un valor de 1.01 ± 0.07 el cual mostró diferencias significativas ($P = 0.0075$) con respecto al resto de los tratamientos debido a la temperatura (Tabla 2).

6.6. Tasa de conversión alimenticia

En la Tabla 2 se muestran los valores de TCA de los tratamientos utilizados en el presente estudio.

Se encontraron diferencias significativas en TCA entre los diferentes tratamientos ($P < 0.001$); niveles de temperaturas ($P < 0.001$), niveles de energía ($P < 0.001$) e interacción entre temperatura y energía ($P < 0.001$) (Tabla 2).

La TCA más alta (1.6 ± 0.0) se obtuvo en T6 (25 °C, 21 kJ), mientras que las TCAs más bajas (1.3 ± 0) se encontraron en los tratamientos T1 (20 °C, 19 kJ) y T5 (20 °C, 21 kJ) (Tabla 2).

6.7. Coeficiente de digestibilidad aparente

En la Tabla 2 se muestran los valores de CDA de los tratamientos utilizados en el presente estudio.

Se encontraron diferencias significativas ($P= 0.030$) en el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) entre los diferentes tratamientos. El mayor CDA se presentó en T2 (25 °C, 19 kJ) 67.1 ± 0.84 seguido por T1 (20 °C, 19 kJ) 66.4 ± 0.05 , mientras que el menor CDA se encontró en el T3 (20 °C, 20 kJ) con un valor de 60.2 ± 1.43 . (Tabla 3).

6.8. COMPOSICIÓN PROXIMAL

6.8.1. Músculo

No se encontraron diferencias significativas ($P> 0.05$) en la porción muscular de los organismos alimentados con los diferentes tratamientos en el contenido de proteína, lípidos y cenizas. En general se observó un promedio de $84.7 \pm 0.5\%$ de proteína, $7.4 \pm 0.5\%$ de lípidos, 6.4 ± 0.1 en cenizas. El valor promedio de humedad entre los tratamientos fue de $75.5 \pm 0.6\%$ (Tabla 3).

6.8.2. Pez entero

No se encontraron diferencias significativas ($P> 0.05$) en muestras de pez entero alimentados con los diferentes tratamientos en el contenido de proteína, lípidos y humedad con respecto a los parámetros de estudio

(temperaturas, energías e interacción entre ambos). En general se observó un promedio de $62.6 \pm 3.6\%$ de proteína, $13.6 \pm 1.0\%$ de lípidos. El valor promedio de humedad entre los tratamientos fue de $75.7 \pm 0.4\%$ (Tabla 4).

Se observaron diferencias significativas ($P = 0.026$) en el porcentaje de cenizas en muestras de pez entero debido a la interacción de temperatura-energía (Tabla 3). Los valores más altos en el porcentaje de cenizas los presentó el T6 (25 °C, 21 kJ), 13.1 ± 0.3 , mientras que el valor más bajo lo obtuvo el T3 (20 °C, 20 kJ) con un valor de 11.1 ± 0.5 . (Tabla 3).

6.8.3. Hígado

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en las muestras de hígado respecto al contenido de lípidos ($51.8 \pm 2.7\%$) y humedad ($48.9 \pm 2.8\%$) en relación con temperaturas, energía e interacción entre ambos parámetros. (Tabla 3).

6.9. Índice hepatosomático

En la Tabla 2 se muestran los valores de IHS de cada uno de los tratamientos. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los diferentes tratamientos respecto al IHS. El tratamiento que presentó el mayor IHS fue el T5 (1.53 ± 0.14).

Tabla 3. Composición proximal de porción muscular, pez entero e hígado, en base seca de juveniles de *P. californicus* alimentados con dietas formuladas a base de tres diferente niveles de energía y bajo dos diferentes temperaturas. Los valores presentados son la media $\pm$ error estándar de $n=3$. Los diferentes superíndices indican las diferencias significativas entre los tratamientos a un alfa de ($\alpha=0.05$).

Muestras		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Anovas
		20 °C, 19 kJ	25 °C, 19 kJ	20°C, 20 kJ	25 °C, 20 kJ	20 °C, 21 kJ	25 °C, 21 kJ	
Músculo	Humedad	75.5 $\pm$ 0.37	75.0 $\pm$ 0.30	75.3 $\pm$ 0.61	75.0 $\pm$ 0.18	75.4 $\pm$ 0.38	76.9 $\pm$ 1.84	P>0.05
	Proteínas	85.3 $\pm$ 0.5	84.1 $\pm$ 0.1	83.5 $\pm$ 0.1	85.4 $\pm$ 0.3	84.8 $\pm$ 1.0	85.1 $\pm$ 1.0	P>0.75
	Lípidos	7.8 $\pm$ 0.7	7.3 $\pm$ 0.3	7.6 $\pm$ 0.4	7.2 $\pm$ 0.8	6.9 $\pm$ 0.3	7.8 $\pm$ 0.4	P>0.95
	Cenizas	6.4 $\pm$ 0.02	6.4 $\pm$ 0.08	6.4 $\pm$ 0.10	6.4 $\pm$ 0.06	6.3 $\pm$ 0.04	6.4 $\pm$ 0.06	P>0.63
Pez entero	Humedad	75.2 $\pm$ 0.20	76.0 $\pm$ 0.26	76.4 $\pm$ 0.15	75.2 $\pm$ 0.67	75.7 $\pm$ 0.26	75.9 $\pm$ 0.89	P>0.05
	Proteínas	63.3 $\pm$ 7.9	66.9 $\pm$ 5.5	63.9 $\pm$ 2.8	56.4 $\pm$ 1.7	62.1 $\pm$ 1.9	62.9 $\pm$ 2.0	P>0.779
	Lípidos	13.7 $\pm$ 0.82	13.8 $\pm$ 0.53	14.3 $\pm$ 0.52	13.2 $\pm$ 1.99	14.5 $\pm$ 0.48	12.1 $\pm$ 1.37	P>0.886
	Cenizas	13.0 $\pm$ 0.7 ^a	11.7 $\pm$ 0.2 ^c	11.1 $\pm$ 0.5 ^c	12.5 $\pm$ 0.8 ^b	11.4 $\pm$ 0.3 ^c	13.1 $\pm$ 0.3 ^a	In= P<0.027
Hígado	Humedad	47.9 $\pm$ 1.35	49.8 $\pm$ 1.98	44.2 $\pm$ 4.43	49.6 $\pm$ 1.16	50.2 $\pm$ 2.31	51.4 $\pm$ 5.37	P>0.791
	Lípidos	52.5 $\pm$ 1.3	51.5 $\pm$ 2.5	56.0 $\pm$ 2.7	49.3 $\pm$ 2.1	51.1 $\pm$ 3.3	50.7 $\pm$ 4.3	P>0.83

T= diferencia significativa debido al nivel de temperatura, E= diferencia significativa debido al nivel de energía en la dieta In= diferencia significativa debido a la Interacción T/E y por ultimo Td= es la diferencia significativa debido a T, E y relacion T/E.

7.0. DISCUSIONES

El crecimiento es definido como un cambio en el organismo, el cual puede verse reflejado en la ganancia en peso y longitud (Bureau *et al.*, 2000). Los peces son organismos poiquilotérmicos y por ello la temperatura de su medioambiente tiene un efecto determinante en su metabolismo, el cual se ve reflejado principalmente en el crecimiento y sobrevivencia (Brett, 1979).

7.1. Parámetros de crecimiento

En el presente estudio se evaluó el efecto del nivel de energía en la dieta sobre el crecimiento, sobrevivencia y utilización del alimento en juveniles de lenguado de California *P. californicus* bajo dos temperaturas. El mayor crecimiento en peso y longitud, TEP, TCE, y sobrevivencia, se presentaron en los organismos cultivados a 20 °C y alimentados con las dietas de 19 y 20 kJ de energía.

Las diferencias obtenidas de los parámetros de crecimiento y sobrevivencia entre los diferentes tratamientos fueron probablemente marcados por la temperatura. En este sentido se observó que el incremento de los niveles de energía en las dietas no mostró un efecto significativo en crecimiento (g, cm) y sobrevivencia TEP, TCE. Sin embargo, se observó que el aumento de temperatura (25 °C) tiene un efecto estadísticamente negativo en los

parámetros antes descritos sin importar el nivel de energía presente en las dietas. Los valores mas bajos de estos parámetros se encontraron en los organismos cultivados a 25 °C y 21 kJ (T6). Esto posiblemente es debido a un aumento en el nivel de energía en la dieta, además de que un aumento en la temperatura puede reducir significativamente el consumo del alimento. Algunos autores mencionan que, los peces solo ingieren lo necesario para satisfacer su demanda de energía metabólica (Brett, 1979; Elliot, 1982; Weatherley y Gill, 1987). Resultados comparables reportan Kim *et al.* (2002) en su estudio con juveniles de *P. olivaceus* de 4.1 g no encontraron diferencias significativas en la ganancia en peso, sobrevivencia, TEP, TCA y TCE, con dietas con un nivel de energía de 17.1 kJ, un nivel de proteína de 50 - 55%, a temperaturas de 20-23 °C y tasas de alimentación del 5 - 4% del peso corporal de los organismos. Por otra parte, Kim *et al.* (2004) en su trabajo con juveniles del lenguado japonés de 8.1 g de peso inicial obtuvieron mayores crecimientos, TEP, TCE y TCA con dietas de un nivel de energía de 16.7 kJ, 45% de proteína y una temperatura promedio de 18 °C, comparado con aquellos tratamientos con niveles más bajos de energía y más altos proteína (50 y 60%). En el presente estudio *P. californicus* (3.9 ±0.03 g y 6.6 ±0.05 cm) cultivado a 20 °C y alimentado con una dieta 19 y 21 kJ obtuvo el mayor crecimiento (g, cm) y TCE., lo cual indica probablemente que para esta especie 20 °C es un valor cercano al limite de temperatura en el cual se puede obtener los mejores resultados en cultivo (Cox y Coutant 1981; Hodson 1989). Diferencias de estudios previos al nuestro

podrían ser marcadas por diferencias de tallas, condiciones de cultivo, estrés y variación genética de los organismos (Kim *et al.*, 2004; Yigit *et al.*, 2004).

Yigit *et al.* (2004) señalan que un alto contenido de energía (lípidos) en las dietas puede ser determinante para que los organismos muestren mayores TCA, TEP y crecimiento, sin embargo, nuestros resultados indican que al aumentar el nivel de energía en las dietas no se produce un aumento en TCA, TEP y crecimiento.

En este contexto Bromly (1980) y Kaushik (1989) en sus trabajos con juveniles *S. maximus* y *Salmo gairdneri*, respectivamente, mostraron que una dieta con alto nivel de energía incrementa el crecimiento en peso de los organismos. En contraste Pérez y Oliva Teles (1999) en su estudio con juveniles *Dicentrarchus labrax* reportaron que dietas con un alto nivel de energía no incrementa la ganancia de crecimiento en peso de los juveniles. Resultados similares a los de Oliva Teles (1999) fueron encontrados en nuestro estudio con juveniles de *P. californicus* donde observamos que un incremento en los niveles de energía en la dieta y cultivados a 20 °C no tiene un efecto significativo en TEP, TCE, crecimiento en peso y longitud y sobrevivencia. Posiblemente esto se deba a que las dietas contenían suficiente energía, y por lo tanto *P. californicus* no requiere niveles altos de energía para realizar sus actividades fisiológicas y metabólicas como la requieren otros peces, así

mismo, posiblemente otra de las razones es que los peces viven en el agua y son neutralmente boyantes, por lo cual esta condición minimiza el requerimiento de energía en los organismos (Cho y Kaushik, 1985; Kaushik y Medale, 1994).

7.2. Coeficiente de digestibilidad aparente

La calidad de los nutrientes utilizados en la elaboración de dietas para peces es un factor determinante en la actividad fisiológica de los organismos, siendo la calidad de la proteína la primera medida de disposición del nutriente para el pez (Halver y Ardí, 2002).

En general se encontró una relación inversa entre el CDA con relación al contenido de energía en la dieta. Los peces alimentados con las dietas que contenían el nivel mas bajo de energía (19 kJ) mostraron un mayor CDA sin importar la temperatura.

El porcentaje bajo de CDA de la materia seca en las dietas refleja probablemente la incorporación de almidón y celulosa (Tablas 1). Gatlin (1994) reporta que las especies de peces carnívoros no digieren fácilmente una dieta con un alto nivel de carbohidratos, por lo que, la digestibilidad de la materia seca disminuye. Además el método utilizado (presión abdominal) en el presente estudio para la obtención de heces no fue el más adecuado debido a que se corre el riesgo de traer consigo material endógeno u orina del mismo (Cho *et*

al., 1982; Bureau *et al.*, 2002), por lo cual al realizar este método es probable que se produzca una excesiva manipulación de las heces a la hora de la recolección Hillestad (1999). Se sabe que una mala aplicación de esta técnica, puede llegar a contaminar la materia fecal con fluidos fisiológicos y epitelio intestinal, lo que subestima los valores de CDA del nutriente evaluado (Bureau *et al.* 2002; Chong *et al.* 2002), pero además, la extracción forzada de las heces pudo haber arrastrado nutrientes que aun no habían sido completamente digeridos y absorbidos.

7.3. Composición Proximal

En el presente estudio, no se observaron diferencias significativas en el contenido de proteína, lípidos y humedad en los tejidos analizados de los organismos cultivados bajo los diferentes tratamientos de alimentación.

La concentración de lípidos en músculo y pez entero se mantuvieron constantes hasta el final del experimento (Tabla 3). Estos resultados coinciden con los realizados por Mathis *et al.* (2003) donde no encontraron diferencias significativas en perca (*P. fluviatilis*) que al ser alimentado con tres diferentes niveles de lípidos y tres diferentes niveles de proteínas no mostraron diferencia en el contenido de lípidos en la porción muscular. Esto probablemente se deba que los peces se encontraban en crecimiento y requerían una considerable

concentración de energía misma que obtenían de los lípidos de la dieta para llevar a cabo sus actividades metabólicas y fisiológicas, además que se ha demostrado que los peces tienden a depositar mayor cantidad de lípidos conforme crece, así, el porcentaje de lípidos en el cuerpo entero es mayor en peces de estadios avanzados comparado con peces de menor peso (Jobling, 1994). Sin embargo, Kim *et al.* (2002) en su trabajo con juveniles de (*P. olivaceus*) evaluaron el efecto del nivel de proteína en la dieta y sus resultados muestran que el nivel de lípidos en el cuerpo entero decrece cuando hay un aumento en el nivel de proteína en la dieta.

Por otro lado Cho *et al.* (2005) en su trabajo con juveniles de (*S. maximus*) evaluaron tres diferentes niveles de proteínas y tres diferentes niveles de energía y encontraron que no existían diferencias significativas en el contenido de proteínas en la porción muscular, los autores argumentan que esto fue debido a que la proteína fue utilizada para llevar a cabo las funciones de crecimiento. Resultados similares al nuestro son reportados por Kim *et al.* (2004) donde no encontraron diferencias significativas en muestras de pez entero alimentados con dietas de 45 y 50% de proteína, 16.7 kJ como energía y cultivado a 18 °C. Así mismos, Lee *et al.* (2003) reportaron que en juveniles de *S. maximus* no existieron diferencias significativas en el contenido de proteína en muestras de pez entero alimentados con diferentes niveles de proteína, (49 y 57%) y un solo nivel de energía (15 kJ).

En el presente trabajo se encontraron diferencias significativas en el contenido de cenizas en muestras de pez entero debido a la interacción temperatura-energía. Resultados similares fueron encontrados por Kim *et al.* (2004) donde reportan que el contenido de cenizas en muestras de pez entero (*P. olivaceus*) alimentados con una dieta de menos del 50% proteína y menos de 16.7 kJ como fuente de energía fueron significativamente diferente comparado con aquellos organismos alimentados niveles de 50 y 60% proteína y nivel de energía de 16.7 kJ.

No se encontraron diferencias significativas en el IHS, el valor mas alto (1.53 ± 0.14) fue para los organismos del T5 (20 °C, 21 kJ), mientras que el más bajo (1.14 ± 0.09) fue en el T6 (25°C, 21 kJ), esto probablemente fue debido al aumento de lípidos en la dieta como fuente energética. Sheridan (1988) menciona que los peces en general almacenan lípidos principalmente en músculo e hígado. Mientras tanto Kim *et al.* (2004) y Rueda-Jasso (2004) observaron un aumento del IHS cuando existe un incremento en el nivel de energía debido al aumento de lípidos en la dieta (12.5 a 16.5 kJ y 21.3 a 23.4 kJ) en juveniles de *P. olivaceus* y *Solea senegalensis*.

8.0. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda formular dietas para juveniles de *P. californicus* con un nivel de energía no mayor a 19 kJ/100g de dieta cuando se utilizan niveles de proteína cruda de 50 g 100 g⁻¹ y cultivados a 20 °C.

El cultivo de *P. californicus* a 25 °C puede tener efectos negativos en el crecimiento, sobrevivencia y utilización de la proteína en la dieta, aun con niveles de energía de 19 ó 21 kJ 100 g⁻¹ de dieta.

9.0. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la experiencia obtenida y en base a los resultados observados en el presente estudio se recomienda lo siguiente:

Estudios sobre requerimientos de proteína, lípidos y carbohidratos en juveniles de *P. californicus*, bajo condiciones de cultivo.

Realizar estudios de digestibilidad de ingredientes para elaborar una dieta ideal para juveniles de *P. californicus*, bajo condiciones de cultivo, además de realizar un estudio donde se evalúen diferentes métodos de colección de heces para determinar el coeficiente de digestibilidad aparente.

De acuerdo a estudios previos al nuestro y con referencia en los resultados y experiencias obtenidas en el presente trabajo no es recomendable el utilizar la presión abdominal como método para la recolección de heces, ya que se pueden tener resultados no confiables debido a la extracción de las heces con células epiteliales, enzimas, orina u otro material endógeno del mismo organismo.

10.0. BIBLIOGRAFÍA

Adrón, J.W., A. Blair, C.B. Cowey y A.M. Shanks (1976). Effects of dietary energy level and dietary energy source on growth feed conversión and body composition of turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture* 7, 125-132.

Anuario Estadístico de Pesca. (1986). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma, 1987.

Association of Official Analytical Chemists. (1995). *Official Methods of Analysis*, 16th edn. Association of Official Analytical Chemists. Arlington. Va.

Azevedo P.A., Cho C.Y., Leeson S., y Bureau D.P. (1998). Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Living Resources* 11, 227-238.

Beamish, F.W.H. (1964). Respiration of fishes with special emphasis on standard oxygen consumption. II. Influence of weight and temperature on respiration of several species. *Canadian Journal of Zoology* 42, 177-188.

- Beamish F.W.H., (1970). Oxygen consumption of largemouth bass, (*Micropterus salmoides*), in relation to swimming speed and temperature. Canadian Journal of Zoology 48, 1221-1228.
- Brett J.R. (1979). Environmental factors and growth. En: Fish Physiology, Vol III (eds W. S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett), Academic Press, London, 279-352.
- Bromley, P.J. (1980). Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (*Scophthalmus maximus*). Aquaculture 19, 359-369.
- Bureau D.P., Azevedo P.A., Tapia-Zalazar M. y Cuzon G. (2000). Pattern and cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potential and applications. En: Cruz-Suárez L.E., Ricque-Marie D., Tapia-Zalazar M., Olvera-Novoa M.A y Civera-Cerecedo R. (eds). Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Mérida, Yucatán, México. 11-125p.
- Bureau, D.P., S.J. Kaushik y C.Y. Cho. (2002). Bionenergetics. En: J. E. Halver y R. W. Hardy (eds.). Fish nutrition. Tercera edición. Academic press. San Diego, CA, USA. 1-59 p.
- Bush D. E. (2003). The effect of dietary lipid content on protein utilization in California Halibut *Paralichthys californicus*. Thesis submitted to Dept of Animal Science

and University of California Davis in partial fulfillment of degree of Master of Science.

Caballero, M., A. Obach, G. Rosenlund, D. Montero, M. Gisvold y M.S. Izquierdo. (2002). Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Aquaculture Research 214,253-271.

Cáceres-Martínez, C., M. Cadena-Roa y R. Metailler. (1984). Nutritional requirements of turbot (*Scophthalmus maximus*): I. A preliminary study of protein and lipid utilization. J. World Maricult. Soc. 15, 191-202.

Caddell, S. T., D. M. Gadomski, y L. R. Abbott. 1990. Induced spawning of the California Halibut, (*Paralichthys californicus*) (Pisces: Paralichthyidae) under artificial and natural conditions. in W.H. Charles, editor. The California halibut, *Paralichthys californicus*, resource and fisheries. California Department of Fish and Game, Fish Bulletin 174, Pages 175–198.

Caulton, M.S (1977). The effect of temperature on routine metabolism in tilapia *rendalli* *boulenger*. Journal of Fish Biology. 6: 547-553.

Cho, C.Y., Kaushik, S.J. (1990). Nutritional energetic in fish: energy and protein utilization in rainbow trout *Salmo gairdneri* . World Rev. Nutr. Diet. 61, 132–172.

Cho C.Y., Slinger S.J. (1980). Effects of water temperature on energy utilization in *rainbow trout* (*Salmo gairdneri*). En: Mount L.E. (ed). Energy metabolism, L.E. Mount Ed. EAAP Publication No. 26, Butterworths, London, U.K, pp. 287-291.

Cho C.Y., Slinger S.J., Bayley, H.S.(1982). Bioenergetics salmonid fishes: Energy intake, Expenditure and productivity. *Comp. Biochem. Physiol.* 73: 24-41.

Cho S.H., Lee S.M., Lee S.M y Lee H.H. (2005). Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L) reared under optimum salinity and temperature conditions. *Aquaculture Nutrition* 11, 235-240.

Chong, A.S.C., R. Hashim y A.B. Ali. (2002). Assessment of dry matter and protein digestibilities of select raw ingredients by discus fish (*Symphysodon aequifasciata*). *Aquaculture Nutrition*. 8 (3): 229-238.

Conklin D.E., Piedrahita R.H., Merino G.E., Muguet J.B., Bush D.E., Gisbert E., Rounds J. y Cervantes-Trujano M. (2003). Development of California halibut, (*Paralichthys californicus*), culture. *Journal of Applied Aquaculture* 14, 143-154.

Cowey C.B. (1994). Amino acid requirement of fish: a critical appraisal of present values. *Aquaculture*. 124: 1-11.

- Cox D.K y Coutan C.C. (1981). Growth dynamics of juvenile striped bass as functions of temperature and ration. Trans. Am. Fish. Soc. 110: 226-238.
- Días Jorge., Rueda-Jasso Rebeca., Panserat Stephan. , Ec da Conceicao Luis., F. Gomes Emidio y Dinis Maria T. (2004). Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth, lipid deposition and metabolic hepatic enzymes in juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup). Aquaculture 35, 1122 -1130
- Eccles D.H. (1985). The effect of temperature and mass on routine oxygen consumption in the South African cyprinid fish *Barbus aeneus* Burchell. J. Fish Biol. 27, 155- 165.
- Elliot J.M (1982). The effect of temperature and ration size on the growth and energetics of salmonids in captivity. Comp. Biochemistry. Physiology. 73B: 81-91.
- Folch J., Lees M y Stanley G.H.S. (1975). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226, 496-509.
- Fry F.E.J. y Hart, J.S. (1948). The relation of temperature to oxygen consumption in goldfish. Biol. Bull. Woods Hole 94, 66-77.

- Gatlin D.M. (1994). Advancements in nutrition of hybrid striped bass. *Aquaculture Magazine*. 20: 95-98.
- Gisbert E., Conklin D.B y Piedrahita R.H. (2004). Effects of delayed first feeding on the nutritional condition and mortality of California halibut larvae. *Journal of Fish Biology* 64(1):116-132.
- Gisbert E., Merino G. E., Muguet J. B., Bush D., Piedrahita R.H y Conklin,D.E. (2002). Morphological development and allometric growth patterns in hatchery-reared California halibut (*Paralichthys californicus*) larvae. *Journal of Fish Biology* 61, 1217-1229.
- Gisbert E., Piedrahita R.H y Conklin D.E. (2004). Ontogenetic development of the digestive system in California halibut (*Paralichthys californicus*) with notes on feeding practices. *Aquaculture* 232, 455-470.
- Guinea J. y Fernández F. (1991). The effect of SDA, temperature and daily rhythm on the energy metabolism of the mullet (*Mugil saliens*). *Aquaculture* 97, 353-364.
- Halver J. E., Ardí R. W (2002). Nutrient flow and retention. In J. E., Hardy R. W. (Eds). *Fish Nutrition*. Academicress, USA.

Helland S.J y Grisdale-Helland B. (1998). Growth, feed utilization and body composition of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets differing in the ratio between the macronutrients. *Aquaculture* 166, 49 -56.

Hepher Balfour (1988). Nutrición de peces comerciales en estanques. Limusa. México D.F., p.15.

Hettich-Medina, C. A. (2004). Evaluación de la digestibilidad de dietas en truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*): Sustitución parcial de harina de pescado por tres niveles de harina de Lupino blanco (*Lupinus albus*). Tesis de Licenciatura en Acuicultura. Universidad Católica de Temuco Chile, pp(2-8).

Hillestad M, Torbjorn A, Masrit Berge G. 1999. Determination of Digestibility of Comercial Salmon Feeds. *Aquaculture* 179, 81-94.

Imsland A.K., Foss A., Gunnarsson S., Berntssen, M.H.G., Fitz-Gerald R., Bonga S.W., Ham E.V., Naevdal G y Stefansson S.O. (2001). The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture* 198, 353-367.

Jobling, M. (1994). Fish Bioenergetics. Chapman y Hall. Gran Bretaña, pp. 307-309.

- Ikenoue H. y Kafuku T. (1992). Modern methods of aquaculture in Japan. 2nd. Ed. Developments in aquaculture and fisheries science, Tokyo. 272p.
- Kanungo M.S. y Prosser C.L. (1959). Physiological and biochemical adaptation of goldfish to cold and warm temperatures. I. Standard and active oxygen consumptions of cold- and warm-acclimated goldfish at various temperatures. J. Cell. Comp. Physiol. 54, 259-263.
- Kaushik, S.J., Medale, F., 1994. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. Aquaculture 124, 81-97.
- Kaufmann R. y Wieser W. (1992). Influence of temperature and ambient oxygen on the swimming energetic of cyprinid larvae and juveniles. Environ. Biol. Fish. 33, 87-95.
- Kaushik, S.J., F. Medale, B. Fauconneau y D. Blanc. (1989). Effect of digestible carbohydrates on protein/energy utilization and on glucose metabolism in Rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture 79, 63-74.
- Kikuchi K., Sugita H y Watanabe T. (2000). Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of Japanese flounder. Suisanzoshoku. 48, 537-543.

- Kim K.W., Wang X.J y Bai S.C. (2002). Optimum dietary protein level for maximum growth of juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) (Temminck et Schlegel). *Aquaculture Research* 33, 673-679.
- Kim K.W., Wang X., Choi S M., Park G. J y Bai S.C. (2004). Evaluation of optimum dietary protein-to-energy ratio in juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) (Temminck et Schlegel). *Aquaculture Research* 35, 250-255.
- Koskela J., Pirhonen J y Jobling M (1997). Feed intake, growth rate and body composition of juvenile Baltic salmon exposed to different constant temperatures. *Aquaculture International* 5: 351-360.
- Kucas, S. T. y T. J. Hassler. (1986). Species Profiles: Life Histories and Environmental Requirements of Coastal Fishes and Invertebrates (Pacific Southwest) California Halibut. U.S. Fish and Wildlife Service Biology Reproductive. 82(11.44): 8 p.
- Kutty M.N. y Mohamed M.P. (1975). Metabolic adaptations of mullet (*Rhinomugil corsula*) (Hamilton) with special reference to energy utilization. *Aquaculture* 5, 253-270.
- Lagler, K.F. (1956). *Freshwater fishery biology*. Wm. C. Brown. Dubuque, Iowa. Pp 7-15.

- Lee S.M., Cho S.H y Kim K.D. (2000a). Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. J. World Aquaculture. Soc. 31, 306-315.
- Lee S.M., Park C.S y Bang C. (2002). Dietary protein requirement of young Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed isocaloric diets. Fisheries Science 68, 158-164.
- Lee, J.K., Cho, S.H., Park, S.U., Kim, K y Lee, S.M. (2003). Dietary protein requirement of growing-out turbot (*Scophthalmus maximus*) fed isocaloric diets. Aquaculture Nutrition. 9: 283-286.
- Lee S.M. y Kim K.D. (2005). Effect of various levels of lipid exchanged with dextrin at different protein level in diet on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Nutrition 11, 435-442.
- Le Ruyet J.P., Buchet V., Vincent B., Le Delliou H y Quéméner L. (2006). Effects of temperature on the growth of Pollack (*Pollachius pollachius*) juveniles. Aquaculture 251: 340-345.
- Le Ruyet J. P., Mahé K., Le Bayon N Y Le Delliou H. (2004). Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture 237: 269-280.

Lovell R.T. (1988) Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York, USA. 260 pp

López Macías José. Nutrición Acuícola. 1997. Universidad de Mariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Colombia. Editorial Universitaria, 211 pp.

Lovell T. (1998). Nutrition and Feeding of Fish. Kluwer Academic Publishers. New York, USA. 267 pp.

Mathis N.C., Feidt J y Brun-Bellut. (2003). Influence of protein/energy ratio on carcass quality during the growth period of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). *Aquaculture*. 217: 453-464.

Matus – Nivón E., Ramírez - Sevilla R., Martínez - Pecero R., y Ortiz – Galindo J. (1990). Potencial acuacultural de ocho especies de peces marinos del Pacífico Mexicano, con base en su biología temprana. En: De La Lanza – Espino, G. J.L. Arredondo – Figueroa (eds). *La acuicultura en México: de los conceptos a la producción*. Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 67 – 74.

Montaño-Vargas, J., A. Shimada, P.C. Vásquez y M.T. Viana (2002). Methods of measuring feed digestibility in the green abalone (*Haliotis fulgens*). *Aquaculture*, 213, 339-346.

Morris D.J. y North A.W. (1984). Oxygen consumption of five species of fish from South Georgia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 78, 75-86.

National Research Council, USA. (1993). Nutrient Requirement of fish. National academy of Science. 114-20pp.

Peres, H. y A. Oliva-Teles. (1999). Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* 179, 325-334.

Phillips Jr. Arthur. (1972). Calorie and Energy Requirement. En: Halver, J.E. (ed.), *Fish Nutrition*, Academy Press, Seattle, pp 2-7..

Regost C., Arzel J., Cardinal M., Robin J., Laroche M. y Kaushik S.J. (2001). Dietary lipid level, hepatic lipogenesis and flesh quality in turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture* 193, 291-309.

Rueda-Jasso, R., Conceicao, L.E.C., Dias, J., De Coen, W., Gomes, E., Rees, J.F., Soares, F., Dinis, M.T y Sorgeloos, P. (2004). Effect of dietary non-protein energy levels on condition and oxidative status of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles. *Aquaculture* 231, 417-433.

- Satpathy, B.B., D. Mukherjee, y A.K. Ray. (2003). Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed conversion and body composition in rohu (*Labeo rohita*), fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 9, 17-24.
- Sharook P. M. (2002). Ecophysiology of juvenile California halibut *Paralichthys californicus* in relation to body size, water temperature and salinity. *Mar Ecol Prog Ser.* 243: 235–249.
- Sheridan M. A.(1988). Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation and mobilization. *Comp. Biochem. Physiol.* 90: 679-690.
- Smith R.R. (1989). Nutritional energetic En: Halver, J.E. (ed), *Fish Nutrition*, Second Edition. Academic Press, San Diego, California, pp. 2-29.
- Soofiani N.M. y Priede L.G. (1985). Aerobic metabolic scope and swimming performance in juvenile cod, (*Gadus morhua*) L. *J. Fish Biol.* 26, 127-138.
- Tacon, A.G.J., 1994. Feed ingredients for carnivorous fish species alternatives to fishmeal and other fishery resources. *FAO Fish. Circ.*, vol. 881. FAO, Rome. 35 pp.
- Tejada, I. (1992). *Control de Calidad y Análisis de Alimentos para Animales*. Secretaria de Educación Pública. México, D.F. 397 pp.

Weatherley A. H y Gill G.S. (1987). The biology of fish Growth. Academic Press, London, U.K. 443p.

Webster C.D y Lim C.E. (2002). Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI, ¿lugar de edición, pp.1-6.

Yigit M., Koshio S., Teshima S. y Ishikawa M. (2004). Dierary protein and energy requirements of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. Journal of Applied Sciences 4(3), 486-492.

Zacarias-Zoto M., Muguet J.B y Lazo J.P. (2006). Activity proteolitic in California halibut larvae *Paralichthys californicus*. J. World Aquaculture. Soc. 37, 175-185.

11.0. Anexos

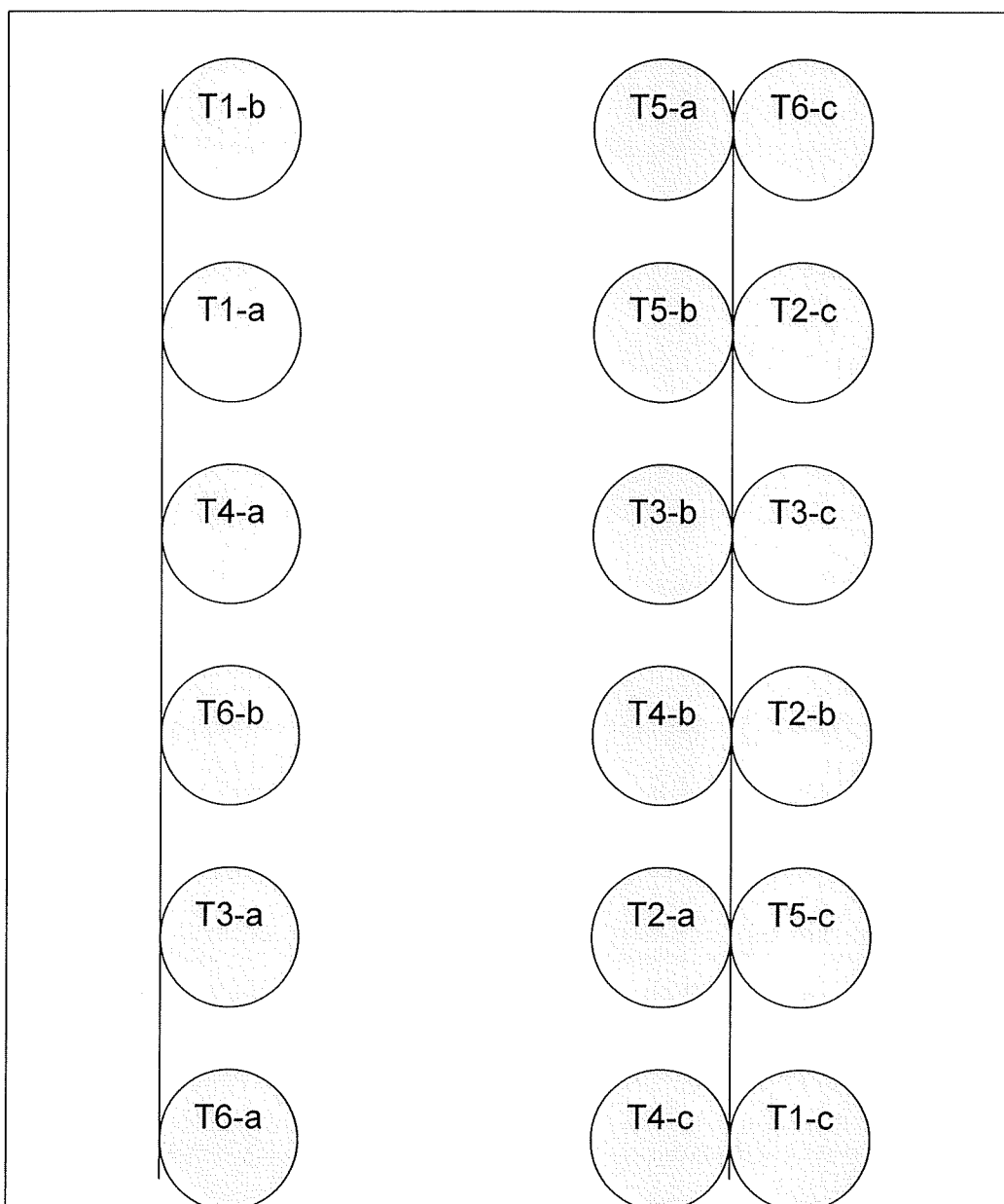


Figura 1. Representación esquemática del diseño experimental de juveniles de *P. californicus* bajo condiciones de cultivo.

T1 a, b y c = Tratamiento # 1 (19kJ, 20 °C), T2 a, b y c = Tratamiento # 2 (19kJ, 25 °C),
 T3 a, b y c = Tratamiento # 3 (20kJ, 20 °C), T 4 a, b y c = Tratamiento # 4 (20kJ, 25 °C),
 T 5 a, b y c = Tratamiento # 5 (21kJ, 20 °C), T6 a, b y c = Tratamiento # 6 (21kJ, 25 °C).