

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS**



**“EFECTOS DEL NIVEL DE PROTEÍNA EN LA DIETA EN EL  
CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN CORPORAL DE CORVINA  
BLANCA (*Atractoscion nobilis*) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO”**

**T E S I S**

**QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS  
PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA**

**PRESENTA**

**ALEJANDRA AGÚNDEZ AMADOR**

**ENSENADA BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. JUNIO DE 2007**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

RESUMEN

“EFECTOS DEL NIVEL DE PROTEÍNA EN LA DIETA EN EL CRECIMIENTO Y  
COMPOSICIÓN CORPORAL DE CORVINA BLANCA (*Atractoscion nobilis*)  
BAJO CONDICIONES DE CULTIVO”

Maestro en Ciencias

Alejandra Agúndez Amador

Con el fin de investigar los requerimientos de proteína de juveniles de corvina blanca (*Atractoscion nobilis*), se realizó un experimento de alimentación de seis semanas de duración, en el cual, se utilizaron dietas isocalóricas que permitieron evaluar cinco niveles de proteína desde 45% hasta 65%. Se analizó el desempeño en cuanto al crecimiento, utilización del alimento y utilización de proteína en la dieta. La sobrevivencia fue superior al 90% en todos los tratamientos. Los juveniles alimentados con la dieta que contenía 65% alcanzaron mayores tasas de crecimiento. Sin embargo, los organismos alimentados con dietas que contenían 50 y 55% de proteína, mostraron mejores tasas de eficiencia alimenticia y eficiencia proteica. Se observó un efecto del nivel de proteína en la dieta sobre el contenido proximal de los lípidos en el hígado y el hepatosomático. Los resultados obtenidos indican que juveniles ( $6.27 \pm 0.87$  g) de *A. nobilis* requieren de 50 a 55% de proteína en la dieta para mejor aprovechamiento del alimento y utilización de la proteína.

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS  
POSGRADO EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

“EFECTOS DEL NIVEL DE PROTEÍNA EN LA DIETA EN EL CRECIMIENTO  
Y COMPOSICIÓN CORPORAL DE CORVINA BLANCA (*Atractoscion nobilis*)  
BAJO CONDICIONES DE CULTIVO”

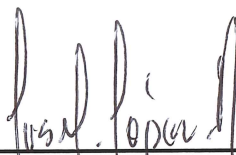
T E S I S

QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA  
OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA  
PRESENTA

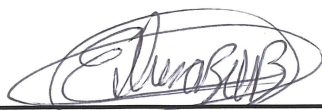
ALEJANDRA AGÚNDEZ AMADOR

Aprobada por:



---

Directora de tesis  
Dra. Lus Mercedes López Acuña



---

Sinodal propietario  
Dr. Eduardo Durazo Beltrán



---

Sinodal propietario  
Dr. Juan Pablo Lazo Corvera

## AGRADECIMIENTOS

Hoy que es tiempo de agradecer, quiero manifestar mi más profunda gratitud a todos aquellos que de una u otra manera hicieron posible la realización de mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma de Baja California, por haberme brindado la oportunidad de formarme en una institución de prestigio.

A la Facultad de Ciencias Marinas y el Instituto de Investigaciones Oceanológicas por haberme facilitado las instalaciones y materiales necesarios para la realización de este trabajo.

La realización de esta tesis fue posible gracias al apoyo del proyecto Sagarpa-CONACYT 2003-CO1-206-02.

Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada con número de registro 179629.

Al Hubbs Sea World Institute, por la donación de los juveniles y la oportunidad de realizar el experimento de tesis en sus instalaciones. A todo el personal gracias, especialmente a la M.C. Gabriela La Chance por haber hecho tan agradables los dos meses en Hubbs.

A mi directora de tesis, Dra. Lus M. López Acuña, no tengo con que agradecerte, tu infinita paciencia, compromiso y el incondicional apoyo que desde que te conocí me haz brindado, gracias porque haz sido para mi una auténtica luz en el camino y porque de ti he aprendido no sólo en lo profesional sino a ser una mejor mujer. Para ti siempre mi admiración.

A mis sinodales, Dr. Eduardo Durazo Beltrán, por su gran disposición y su valiosa ayuda durante la elaboración de este trabajo. Al Dr. Juan Pablo Lazo Corvera, por sus importantes aportaciones al mismo.

A mi amado esposo Biol. Joel Guardado Osuna, gracias amor por estar conmigo, porque siempre demostraste que crees en mí. Gracias por tu inagotable sentido del humor que me ha enseñado a vivir mejor. Gracias porque cuando estuvimos lejos supiste mantener viva la llama y cuando estuvimos juntos de nuevo, pudimos valorar la bendición de estar cerca. Para ti todo mi amor.

A Sofía mi bebecita, Dios te bendiga mi amor, gracias por ser el regalo de amor más grande que he recibido. Mi más grande anhelo. Lo mejor de mi vida.

A mi madre, por ser amor, paciencia, toda generosidad e incondicional apoyo siempre.

A mi familia toda, Elsa, Magui, Temo, Güero, a mis sobrinos, Pedrin, Uriel y Ulises, tía Laura, primastros y a ti también papá. Muchas gracias, porque aunque distantes, el lazo que nos une es mas fuerte. Los quiero a todos.

A mi otra familia, Julián y familia, gracias por adoptarme en aquellos días en que estuve solita, Javier y Claudia, Jaime y familia, Gibrán y Eisenia, gracias por hacerme sentir como su hermana y muy especialmente a mi suegro M.C. Julián Guardado Puentes, porque ha sido para mí como un padre amoroso que se preocupa y me brinda su apoyo y consejos. Muchas gracias.

A mis compañeros de totoaba, Dr. Conal, gracias por su apoyo. Gerardo, Iván, Abraham, Ana del Carmen y Diana, fueron muchas horas las que pasamos juntos que ustedes con su compañía hicieron mucho más agradables.

A mis amigos de la maestría, Juan Carlos, Elizabeth, Abraham y Anita.

Gracias también a Sonia Prado y familia por su apoyo durante mi estancia en Carlsbad.

A todos ustedes ¡mil gracias! A ti Dios que te manifiestas a través de ellos.

## DEDICATORIA

*A mi amado esposo Joel*

*Por haber estado conmigo siempre, por hacerme fuerte siempre, por  
tu incondicional apoyo siempre. Por tu fe en mi.*

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	2
<b>3. PROPÓSITO GENERAL</b> .....	10
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	11
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
4.2 OBJETIVOS PARTICULARES .....	11
<b>5. METODOLOGÍA</b> .....	12
5.1 FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE LAS DIETAS .....	12
5.2 CONDICIONES DE CULTIVO .....	14
5.3 ÍNDICE HEPATOSOMÁTICO .....	17
5.4 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL .....	17
5.5 CONTENIDO CALÓRICO .....	17
5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	18
<b>6. RESULTADOS</b> .....	19
6.1 SOBREVIVENCIA .....	19
6.2 CRECIMIENTO EN LONGITUD .....	21
6.3 CRECIMIENTO EN PESO .....	23
6.4 CONSUMO .....	25
6.5 EFICIENCIA ALIMENTICIA Y EFICIENCIA PROTEICA ...	26
6.6 ÍNDICE HEPATOSOMÁTICO .....	28
6.7 COMPOSICIÓN CORPORAL .....	28

<b>7. DISCUSIONES</b> .....	32
7.1 SOBREVIVENCIA .....	32
7.2 CRECIMIENTO Y UTILIZACIÓN DEL ALIMENTO .....	33
7.3 CONSUMO .....	37
7.4 ÍNDICE HEPATOSOMÁTICO .....	39
7.5 COMPOSICIÓN CORPORAL .....	42
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	46
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	47

## LISTA DE TABLAS

Tabla I.	Formulación de las 5 dietas experimentales para el experimento de alimentación.....	12
Tabla II.	Composición proximal (% base seca) de las dietas experimentales y la dieta comercial para el experimento de alimentación.....	13
Tabla III.	Parámetros biológicos de juveniles de corvina blanca ( <i>Atractoscion nobilis</i> ) alimentados con las dietas experimentales y una dieta comercial (DC) por 45 días...	20
Tabla IV.	Composición corporal y contenido energético de la porción muscular e hígado en base seca de juveniles de <i>Atractoscion nobilis</i> alimentados con dietas con diferente contenido proteico y una dieta comercial (DC) durante 45 días.....	31

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución aleatoria de los juveniles de <i>Atractoscion nobilis</i> . 1)18 tanques experimentales de 65 L de capacidad. 2) Densidad de 35 peces por tanque.....	14
Figura 2.	Biometrías de los organismos. 1) Medición de la longitud estándar de cada pez. 2) Pesado del total de los organismos para obtener un peso promedio por pez.....	15
Figura 3.	Crecimiento en longitud final de juveniles de <i>Atractoscion nobilis</i> sometidos a 5 niveles de proteína y una dieta comercial (DC).....	22
Figura 4.	Crecimiento en peso final de los juveniles de <i>Atractoscion nobilis</i> sometidos a los 5 diferentes niveles de proteína y una dieta comercial (DC).....	24
Figura 5.	Regresión simple calculada para la relación entre las proteínas de la dieta ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) y la tasa de crecimiento específica (TCE, % de peso corporal día <sup>-1</sup> ), en juveniles de <i>Atractoscion nobilis</i> sometidos a 5 dietas experimentales.....	25
Figura 6.	Consumo total por organismo de los juveniles de <i>Atractoscion nobilis</i> sometidos a los 5 diferentes niveles de proteína y una dieta comercial (DC).....	26
Figura 7.	Regresión cuadrática calculada para la relación entre las proteínas de la dieta ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) y la tasa de eficiencia proteica (TEP, ganancia en peso en gramos entre gramos de proteína consumida), en juveniles de <i>Atractoscion nobilis</i> sometidos a 5 dietas experimentales.....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

La corvina blanca, *Atractoscion nobilis*, es una de las especies de mayor tamaño de la familia *Sciaenidae*. Habita las aguas del sur de California y el oeste de Baja California. Debido a la alta calidad de su carne, resulta muy apreciada en la pesca comercial y además por ser un pez de gran tamaño y vigor resulta muy atractiva para la pesca deportiva (Moser *et al.*, 1983).

Se reporta que la zona de distribución abarcaba desde Bahía Magdalena, Baja California, hasta Juneau, Alaska. La mayor abundancia tenía como límite norteño las costas de San Francisco, California, E.U.A. Sin embargo, para el año de 1983 su captura era baja y sólo se registraba hasta el norte de Punta Concepción, California, E.U.A. Esto indica que ocurrió una reducción en su ámbito de distribución (Vojkovich y Reed, 1983).

Lo anterior está relacionado con la sobreexplotación a la que se sometió esta especie. Históricamente, las capturas comerciales y recreativas en E.U.A. han sufrido amplias fluctuaciones (CalCOFI, 2006). En dicho país, la pesca deportiva de corvina blanca en un lapso de cuatro años disminuyó de una captura de 19,000 ejemplares en 1963 hasta sólo 2,000 ejemplares capturados en 1967. Sin embargo, información más reciente indica que desde 1997 la captura se ha incrementado en un 78 a 80% para el año 2001 (CalCOFI, 2002). En México no existen datos que indiquen sobreexplotación de la especie. Por

su parte del gobierno de E.U.A. ha tomado acciones en cuanto a la legislación sobre el número y la talla de captura permitida, así como el establecimiento de un período de veda (Dotson y Charter, 2003).

En 1983 se creó un programa de crianza y mejoramiento de recursos del océano (Ocean Resources Enhancement Hatchery Program), del cual la corvina blanca ha sido una de las principales especies para investigación (CalCOFI, 2002).

Desde 1986, el instituto Hubbs-Sea World Research en San Diego, comenzó a liberar en las costas de California juveniles de corvina blanca cultivados en las aguas costeras del sur de California. Este instituto posee un programa piloto para determinar la factibilidad de cultivarla hasta la talla comercial con el fin de disminuir la presión pesquera sobre esta especie.

Por su parte, la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, ha dedicado esfuerzos para estudiar aspectos nutricionales de la corvina blanca. Dentro de los estudios que se han realizado, se ha observado la respuesta de juveniles de *A. nobilis* a diferentes concentraciones de lípidos, y se ha encontrado que una inclusión del 17% promueve un mejor crecimiento y consumo (López *et al.*, 2006). En otro estudio, resultados preliminares, indican que el nivel de proteína mas adecuado para el crecimiento de juveniles de la misma especie se encuentra entre el 38 y el 40%

de proteína digestible en la dieta (Cruz-Hernández *et al.*, 2007). Posterior a ello se realizó un estudio más, donde se evaluó la posibilidad de reemplazar parcialmente la fuente de proteína (harina de pescado) en el alimento por harina de soya. Se encontró que es posible incluir proteína cruda proveniente de harina de soya hasta en un 10% sin afectar el crecimiento, la eficiencia del alimento y la eficiencia de la proteína (Briggs *et al.*, 2006).

## 2. ANTECEDENTES

En la alimentación de organismos acuáticos resulta de gran importancia determinar el nivel óptimo de los diferentes nutrientes que componen una dieta. Los peces requieren aproximadamente 40 nutrientes para su crecimiento y el buen funcionamiento de su organismo. Estos nutrientes se encuentran clasificados en dos grandes grupos: los macronutrientes (proteínas, lípidos, carbohidratos y energía) y los micronutrientes (vitaminas y minerales) [De Silva, 1995].

Dentro de los macronutrientes, las proteínas sobresalen como el principal componente de los tejidos animales, por lo tanto, son indispensables para el crecimiento adecuado de los peces. Aunado a esto, cabe mencionar que las proteínas son el ingrediente más caro en la formulación de las dietas (Hernández, 1999), por lo que, la calidad y los niveles utilizados en las dietas de peces cultivados afectan directamente los costos de producción.

Las proteínas como principal nutriente presente en los tejidos de todos los animales son necesarias para el mantenimiento y crecimiento adecuado. Para funciones de mantenimiento los peces requieren proteína para reponer tejidos desgastados y la síntesis de compuestos metabólicamente importantes (células del epitelio intestinal, enzimas y hormonas) los cuales resultan esenciales para el buen funcionamiento del organismo. Para el crecimiento, el

pez requiere de sintetizar nuevos tejidos. Dado la limitada capacidad de los peces para sintetizar ciertos aminoácidos, estos deben obtenerse a partir de la proteína suministrada en el alimento (Hepher, 1993).

Los requerimientos de proteína de los peces varían entre las diferentes especies, debido a que se relaciona con múltiples factores como son las condiciones ambientales (temperatura y salinidad principalmente), los procesos fisiológicos específicos y los hábitos de alimentación, la disponibilidad de alimento natural, así como la edad y etapa de desarrollo del pez (Lovell, 1998).

El nivel recomendado de proteína en las dietas formuladas esta relacionado con los hábitos alimenticios del pez, esto es si se trata de un carnívoro, herbívoro u omnívoro. Diferentes estudios indican que en general, para peces varia entre 25% a 50% de proteína cruda (PC). En general los autores señalan que el porcentaje de proteína que se considera óptimo está relacionado con las condiciones experimentales utilizadas, debido al gran número de factores que influyen en el crecimiento de los peces (Lovell, 1998).

En la literatura se cuenta con amplia información sobre los efectos de los distintos niveles de proteína en varias especies de interés comercial (Gao *et al.* 2005, Luo *et al.* 2004, Webb y Gatlin, 2003, Lee *et al.* 2003, Kim y Lall, 2001). Serrano *et al.*, 1992 para juveniles de tambor rojo (*Sciaenops ocellatus*) alimentados con dietas con tres niveles de proteínas (35, 40 y 45% de PC) con

harina de pescado como fuente proteica y dos niveles de lípidos (3 y 10%) determinaron un máximo crecimiento con las dietas con 40% y 45% de PC con ambos niveles de lípidos. Webb y Gatlin (2003) evaluaron en juveniles de tambor rojo el efecto de dos niveles de proteína (35 y 45% PC) en el crecimiento, mediante el uso de dos tratamientos con proteína intacta proveniente de harina de pescado y gluten de trigo, y dos tratamientos con proteína adicionada de aminoácidos cristalinos; encontrando que los organismos alimentados con las dietas con 45% de proteína, tanto con proteína intacta como con aminoácidos cristalinos, mostraron la mayor ganancia de peso y eficiencia alimenticia.

Álvarez-González *et al.* (2001) alimentaron juveniles de *Paralabrax maculatofasciatus* con dietas formuladas que contenían 40, 45 y 50% de PC, con harina de sardina como fuente principal de proteínas, encontraron que los peces alimentados con 45 y 50% de PC en la dieta presentaron las mayores tasas de crecimiento específicas (TCE), retención de energía (RE) y ganancia diaria de proteína (GDP).

Lazo *et al.* (1998) evaluaron el nivel de proteína óptimo para juveniles de *Trachionotus carolinus* mediante el uso de dietas con cuatro niveles de PC (30, 35, 40 y 45%), con harinas de pescado y soya como fuentes proteicas, reportando que los peces alimentados con la dieta con 45% de PC presentaron la mayor ganancia en peso y la mejor tasa de conversión alimenticia (TCA).

El consumo del alimento varía conforme las necesidades energéticas y de proteína del organismo. Kim y Lall (2001) al someter juveniles de *Melanogrammus aeglefinus* a 5 dietas isoenergéticas con diferentes niveles de proteína, encontraron que conforme el nivel de proteína de sus dietas era mayor el consumo disminuyó significativamente.

En otro estudio, Espinos *et al.* (2003) analizaron el crecimiento de juveniles de dentex (*Dentex dentex*) alimentados con dietas que contenían cuatro niveles de proteína (40, 45, 50 y 55%), con harina de pescado, harina de sangre y harina de soya como fuentes proteicas principales, y tres concentraciones de lípidos (12, 17 y 18%), en el cual las dietas con 50% de PC y 12 y 17% de lípidos presentaron las mayores tasas de crecimiento.

El nivel óptimo de proteína en la dieta de los peces depende básicamente de la calidad de la fuente proteica y de la disponibilidad de energía de fuentes no proteicas (Bureau *et al.*, 2002). Es por ello que investigaciones recientes se han enfocado en estudiar la relación proteína:energía (P/E) asociada a máximo crecimiento en varias especies de peces marinos. Qinghui *et al.* (2004) evaluaron el efecto de diferentes relaciones P/E (de 19.8 a 28.6 mg proteína  $\text{kJ}^{-1}$ ) en juveniles de robalo japonés (*Lateolabrax japonicus*) mediante el uso de 9 tratamientos de alimentación, con tres niveles de PC (36, 41 y 46%) y 3 de lípidos (8, 12 y 16%), concluyendo que

el mayor crecimiento se obtiene con las relaciones P/E de 24.2 a 26.7 mg proteína  $\text{kJ}^{-1}$

Se ha encontrado que la forma en que los peces utilizan las proteínas puede ser mejorada mediante el suministro de energía no proteica en la dieta a través de lípidos y/o carbohidratos. Santinha *et al.* (1999) analizaron los efectos de distintas relaciones P/E en *Sparus aurata* con dietas formuladas con dos niveles de proteína (47 y 51%) y dos niveles de lípidos (15 y 21%) y reportan que la eficiencia alimenticia (EA), RE y retención de proteína (RP) fueron más altas en peces alimentados con dietas que contenían la mayor concentración de lípidos en ambos niveles de proteína.

De Silva *et al.* (2002) investigaron el crecimiento de juveniles de bacalao Murray, (*Maccullochella peelii peelii*), alimentados con cinco dietas experimentales con 5 relaciones P/E (de 20.4 a 25.2 mg  $\text{kJ}^{-1}$ ), obtenidas a partir de dos niveles de PC (40 y 50%) y tres niveles de lípidos (10, 17, 24%), para estimar la capacidad de ahorro de proteína, mediante el uso de lípidos como principal fuente de energía en la dieta, reportando que el menor peso final y la menor TCE se presentaron con la dieta con el menor contenido de proteínas y de lípidos y una relación P/E de 24.9 mg  $\text{kJ}^{-1}$ .

Algunas especies no muestran la capacidad de aprovechar mejor las proteínas al incrementar el nivel de lípidos en la dieta. Hebb *et al.* (2003)

reportan en juveniles de *Pleuronectes americanus* alimentados dietas isoenergéticas con tres relaciones P/E (20.9, 23.5, 26.6 mg kJ<sup>-1</sup>), a partir de tres niveles de CP (41.7, 45.9, 50.2 %) y tres de lípidos (11.1, 13.7, 19.4%), que el mejor crecimiento se obtuvo con la dieta con el mayor contenido de proteínas y el menor de lípidos y la mayor relación P/E.

### 3. PROPÓSITO GENERAL

Dado que los requerimientos nutricionales de juveniles tempranos de *A. nobilis* han sido poco estudiados, es necesario el abordar estudios como los de requerimientos de proteína. Para ello, se realizó un experimento donde se utilizaron dietas isocalóricas con 5 niveles de PC con intervalos de 5% (de 45% a 65%), lo cual permitió evaluar parámetros de crecimiento y utilización de la proteína en la dieta. El nivel de lípidos en las dietas fue del 17% el cual se reporta cubre el requerimiento de juveniles de esta especie (López *et al.*, 2006). Se considera que los resultados obtenidos pueden ser de utilidad para mejorar la formulación de dietas, lo cual se espera tenga un buen impacto en el cultivo de esta especie.

## 4.OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de dietas isocalóricas con cinco niveles de proteína sobre el crecimiento, eficiencia alimenticia, eficiencia de conversión de proteína, consumo y composición corporal de juveniles de *Atractoscion nobilis*.

### 4.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar el crecimiento y sobrevivencia de los organismos sometidos a dietas isocalóricas con cinco niveles de proteína.
- Evaluar la composición proximal del músculo e hígado de los organismos antes y después del ensayo de alimentación.
- Evaluar el consumo y eficiencia alimenticia de los organismos sometidos a dietas isocalóricas con cinco niveles de proteína.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE LAS DIETAS

Se elaboraron cinco dietas experimentales isocalóricas con niveles de proteína de 45%, 50%, 55%, 60% y 65%. Se utilizó una dieta comercial como referencia (Skretting, Vancouver, British Columbia, Canadá). La formulación de las dietas experimentales se presenta en la Tabla I.

Tabla I. Formulación de las 5 dietas experimentales para el experimento de alimentación.

Ingrediente (g/100g)	Dieta 45	Dieta 50	Dieta 55	Dieta 60	Dieta 65
Harina de músculo de pescado blanco <sup>1</sup>	36.5	41.0	45.0	48.0	51.5
Harina de krill <sup>2</sup>	8.0	9.0	10.0	11.0	10.0
Aceite de pescado <sup>3</sup>	14.0	13.0	12.25	12.1	11.1
Almidón <sup>4</sup>	25.0	20.0	15.0	9.9	7.0
Celulosa <sup>5</sup>	5.2	5.7	5.3	4.5	3.3
Gelatina <sup>6</sup>	5.15	5.2	6.3	8.4	11.0
Mezcla de vitaminas <sup>7</sup>	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Mezcla de minerales <sup>8</sup>	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Benzoato de Sodio <sup>9</sup>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Butilhidroxitolueno <sup>10+</sup>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
$\alpha$ -tocoferol					

1 Elaborada en la Facultad de Ciencias Marinas (FCM) (85% de proteína cruda, 7% de lípidos totales)

2 Skretting, Vancouver, British Columbia, Canadá

3 Aceite de Menhaden, Sigma, USA

4 IRIS, USA

5 Alpha cell, INC, b=Biomedicals, Alemania

6 Nabisco, USA

7 Mezcla para corvina blanca. Proporcionada por Skretting, Vancouver, British Columbia, Canadá.

8 Mezcla para alimentación animal, Roche, México: kg<sup>-1</sup> constituida por: MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O (284g), FeSO<sub>4</sub> (40g), CuSO<sub>4</sub> (26g), MnSO<sub>4</sub> (6.6 g), ZnSO<sub>4</sub> (132g), CoCl<sub>2</sub> (0.04 g), KI (0.6 g), NaSeO<sub>3</sub> (0.02 g), Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (203.2 g).

9 y 10 INC Biomedicals, INC, Alemania

Tabla II. Composición proximal (% base seca) de las dietas experimentales y la dieta comercial para el experimento de alimentación.

Constituyente	Dieta 45	Dieta 50	Dieta 55	Dieta 60	Dieta 65	Dieta comercial
Proteína cruda	45.6	50.4	54.4	60.5	66.8	51.2
Lípidos totales	17.5	16.6	16.2	16.7	15.0	18.71
Cenizas	4.95	5.27	5.51	5.65	5.60	10.35
ELN	31.9	27.7	23.9	17.2	12.6	19.74
Calorías (cal/g)	5335.9	5355.6	5391.2	5517.1	5529.8	5298.2
Razón P/E (g Prot./kcal)*10	0.85	0.94	1.01	1.10	1.21	0.97

Para la preparación de las dietas, los ingredientes de la Tabla I con excepción del almidón y la gelatina fueron mezclados y homogenizados en un procesador de alimentos Kitchen Aid Modelo No. K45SSWH. Durante la mezcla se hidrató el almidón con agua caliente y se incorporó a la mezcla; se procedió de la misma forma con la gelatina. Una vez que se obtuvo una mezcla homogénea, se dividió en dos partes. La primera se pasó por un peletizador con diámetro de partícula de 2 mm y la segunda porción se hizo pasar por un peletizador con un diámetro de partícula de 4 mm, para obtener dos tamaños de pellet que fueron utilizados durante el experimento conforme los organismos aumentaron de tamaño. Los pellets se secaron en horno de convección por un periodo de 12 horas a 60°C., posteriormente fueron almacenados en un ambiente seco a -25°C hasta su uso.

## 5.2 CONDICIONES DE CULTIVO

Se obtuvieron juveniles de corvina blanca a partir de reproductores mantenidos en cautiverio en el Instituto Hubbs Sea World Research Institute, de los cuales 630 peces juveniles con una edad de 50 días y peso promedio de  $6.3 \pm 0.9$  g y  $77.6 \pm 3.9$  mm de longitud, fueron distribuidos aleatoriamente en 18 tanques experimentales de 65 L de capacidad para obtener una densidad de 35 peces por tanque (Figura 1),

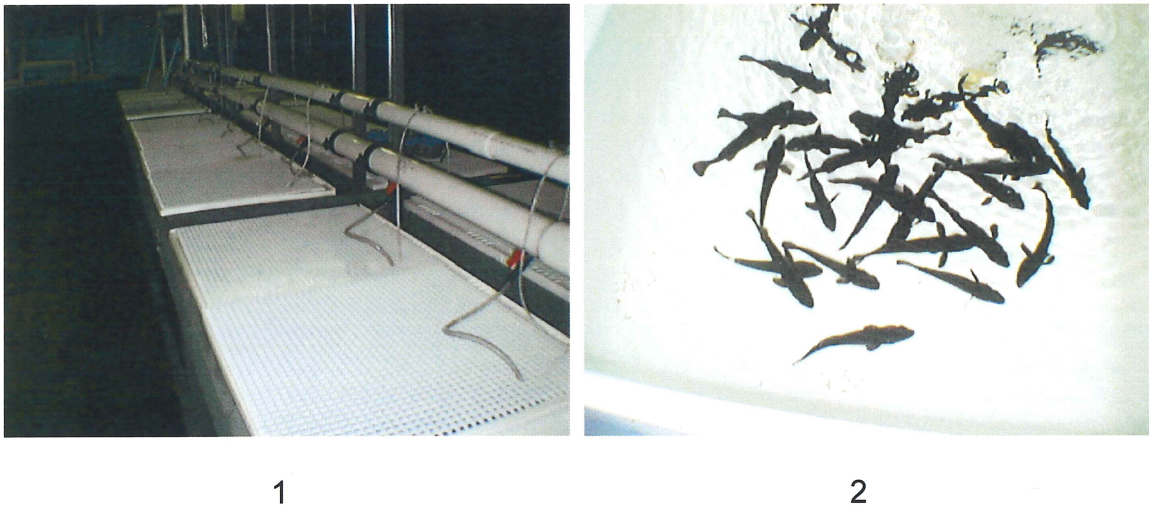


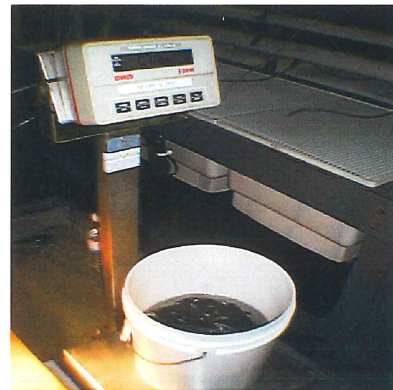
Figura 1. Distribución aleatoria de los juveniles de *Atractoscion nobilis*, 1) 18 tanques experimentales de 65 L de capacidad. 2) Densidad de 35 peces por tanque.

El agua de los tanques se mantuvo a una temperatura de  $23 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  en un sistema de recirculación donde se mantuvo una velocidad de flujo de 1.5 L/min. Los tratamientos por triplicado fueron designados al azar. El bioensayo de alimentación tuvo una duración de 45 días, durante los cuales los peces fueron alimentados a saciedad 4 veces al día, a las 7:00 a.m., 12:00 p.m., 5:00

p.m. y 10:00 p.m. Se tomó una muestra inicial de 40 organismos antes del experimento los cuales fueron medidos, pesados y conservados a  $-20^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis químico. Los peces fueron acondicionados de manera previa al experimento por un período de una semana durante la cual se sustituyó la dieta experimental en incrementos del 15% por día. Al final de la semana los peces consumieron el 100% de la dieta correspondiente a cada tratamiento. Antes, durante y posterior al ensayo se registró el crecimiento de los organismos, para lo cual éstos fueron pesados y medidos en su totalidad al finalizar el acondicionamiento. A la tercera semana se tomó una muestra de 20 peces por estanque para pesarlos en grupo. Al término del bioensayo se pesó el total de los organismos para obtener un promedio de peso (g) por tratamiento. Así mismo se registró la longitud estándar de cada pez (Figura 2). Se tomaron muestras iniciales y finales de 3 a 4 organismos por estanque para su posterior análisis químico proximal.



1



2

Figura 2. Biometrías de los organismos. 1) Medición de la longitud estándar de cada pez. 2) Pesado del total de los organismos para obtener un peso promedio por pez.

El registro del consumo se llevó a cabo durante todo el bioensayo, para lo cual se pesó la ración de alimento suministrado a cada tanque y se descontó el alimento remanente. Para el cálculo de los distintos indicadores se emplearon las siguientes fórmulas de acuerdo a Lazo y Davis (2000).

Consumo (C) = Alimento ofrecido (g) - Alimento no consumido (g)

Tasa de Crecimiento Especifica (TCE) =  $(\ln(\text{Peso final}) - \ln(\text{Peso inicial}) / \text{Tiempo del experimento}) \times 100$

Tasa de Eficiencia Alimenticia (TEA) =  $\text{Peso húmedo ganado} / \text{Alimento consumido}$

Tasa de Eficiencia Proteica (TEP) =  $\text{Peso húmedo ganado} / \text{Proteína consumida}$ .

### 5.3 ÍNDICE HEPATOSOMÁTICO

Los hígados de los peces sacrificados fueron extraídos mediante disección. Posterior a ello se pesó cada uno para estimar el índice hepatosomático (IHS), dicho parámetro se obtuvo con la siguiente fórmula.

Índice hepatosomático (IHS) =  $\text{Peso del hígado} / \text{Peso total del pez}$ .

### 5.4 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Se analizó la composición química proximal de las dietas, en el músculo e hígado de los peces. Los contenidos de humedad, proteína cruda y cenizas se realizaron (AOAC, 1995). El contenido de lípidos totales fue estimado mediante su extracción con cloroformo: metanol, según el método de Folch *et al.* (1957).

### 5.5 CONTENIDO CALÓRICO

La energía bruta contenida en el alimento, músculo e hígado fue calculada mediante su composición proximal y el uso de los valores calóricos de los nutrientes propuestos por Bureau *et al.* (2002). Con valores de 9.45 Kcal g<sup>-1</sup> para lípidos, 5.45 kcal g<sup>-1</sup> para proteínas y 3.75 Kcal g<sup>-1</sup> para carbohidratos.

## 5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental del presente trabajo fue completamente al azar. Los datos generados fueron analizados para encontrar normalidad y homocedasticidad mediante pruebas de sesgo y curtosis, y la homogeneidad de varianzas respectivamente. Los efectos significativos de los niveles de proteína de la dieta sobre las variables bioquímicas o biológicas de los organismos se determinaron mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA modelo I), utilizando el software Sigma Stat versión 2.0. Las diferencias entre medias por tratamiento fueron determinadas mediante pruebas de comparaciones múltiples a posteriori de Tukey. En datos que no cumplieron con los requerimientos del ANOVA (normalidad y homocedasticidad), se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Las diferencias significativas se establecieron con una probabilidad de 0.05.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 SOBREVIVENCIA

La sobrevivencia promedio al final del experimento fue superior al 94%, en la cual la dieta D65 presentó una sobrevivencia del 100% (Tabla III). No se determinaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P = 0.361$ ).

Tabla III. Parámetros biológicos de juveniles de corvina blanca (*Atractoscion nobilis*) alimentados con las dietas experimentales y una dieta comercial (DC) por 45 días.

Parámetro	DIETAS					
	D45	D50	D55	D60	D65	DC
Sobrevivencia	94.8±1.80	95.8±4.77	96.9±3.13	99.0±1.80	100.0±0.00	99.0±1.80
Longitud inicial (mm)	76.66±1.04	77.08±0.94	77.55±0.34	76.94±0.47	78.57±1.22	78.75±1.75
Longitud final (mm)	126.29±2.49 <sup>c</sup>	127.88±1.12 <sup>c</sup>	132.88±0.44 <sup>b</sup>	133.92±1.62 <sup>b</sup>	140.59±1.32 <sup>a</sup>	152.72±0.24
Aumento en longitud (mm día <sup>-1</sup> )	49.64±1.74 <sup>c</sup>	50.80±0.58 <sup>c</sup>	55.33±0.10 <sup>b</sup>	56.98±1.1 <sup>b</sup>	62.02±0.22 <sup>a</sup>	73.97±1.51
Peso inicial (g)	6.03±0.24	6.11±0.14	6.46±0.05	6.35±0.04	6.36±0.28	6.35±0.35
Peso final (g)	28.04±1.48 <sup>d</sup>	30.23±0.88 <sup>c,d</sup>	33.56±0.73 <sup>b,c</sup>	35.22±1.70 <sup>a,b</sup>	38.72±2.22 <sup>a</sup>	45.63±0.33
Aumento en peso (g)	22.01±1.26 <sup>d</sup>	24.12±0.95 <sup>c,d</sup>	27.10±0.73 <sup>b,c</sup>	28.87±1.67 <sup>a,b</sup>	32.36±1.94 <sup>a</sup>	39.28±0.66
TCE <sup>2</sup> (% peso corporal día <sup>-1</sup> )	3.42 ± 0.05 <sup>d</sup>	3.55 ± 0.10 <sup>c,d</sup>	3.66 ± 0.05 <sup>b,c</sup>	3.81 ± 0.10 <sup>b</sup>	4.01 ± 0.03 <sup>a</sup>	4.39 ± 0.14
Consumo total	16.82 ± 0.83	16.54 ± 0.44	16.87 ± 0.80	16.60 ± 1.27	18.15 ± 1.59	28.08 ± 0.95
Consumo por día	0.37 ± 0.02	0.37 ± 0.01	0.37 ± 0.02	0.37 ± 0.03	0.40 ± 0.04	0.62 ± 0.02
Consumo total de proteína	7.67 ± 0.38 <sup>c</sup>	8.33 ± 0.22 <sup>b,c</sup>	9.18 ± 0.44 <sup>b,c</sup>	10.03 ± 0.77 <sup>b</sup>	12.13 ± 1.07 <sup>a</sup>	14.37 ± 0.49
TEA	1.31 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.46 ± 0.08 <sup>b,c</sup>	1.61 ± 0.06 <sup>a,b</sup>	1.74 ± 0.11 <sup>a</sup>	1.79 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.40 ± 0.04
TEP	2.87 ± 0.08 <sup>a,b</sup>	2.90 ± 0.17 <sup>a</sup>	2.96 ± 0.11 <sup>a</sup>	2.88 ± 0.18 <sup>a,b</sup>	2.67 ± 0.09 <sup>b</sup>	2.74 ± 0.07
IHS	4.2 ± 0.22 <sup>a</sup>	4.0 ± 0.31 <sup>a,b</sup>	3.8 ± 0.40 <sup>a,b</sup>	3.3 ± 0.20 <sup>b,c</sup>	2.7 ± 0.20 <sup>c</sup>	4.0 ± 0.20

## 6.2 CRECIMIENTO EN LONGITUD

En la Figura 3 se muestra el crecimiento en longitud final (mm) de los organismos con las diferentes dietas experimentales.

La longitud inicial promedio de los organismos fue de  $77.59 \pm 0.88$  mm. Al finalizar el experimento el mayor crecimiento obtenido con las dietas experimentales fue con la dieta D65 ( $140.59 \pm 1.32$  mm). La longitud promedio de los peces alimentados con las dietas D60 ( $133.92 \pm 1.62$  mm) y D55 ( $132.88 \pm 0.44$  mm) no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). La talla promedio mas baja se obtuvo con las dietas D45 y D50 ( $126.29 \pm 2.49$  mm y  $127.88 \pm 1.12$  mm, respectivamente) las cuales no presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ). Los organismos alimentados con la dieta DC alcanzaron una longitud final promedio de  $152.72 \pm 0.24$  mm (Tabla III).

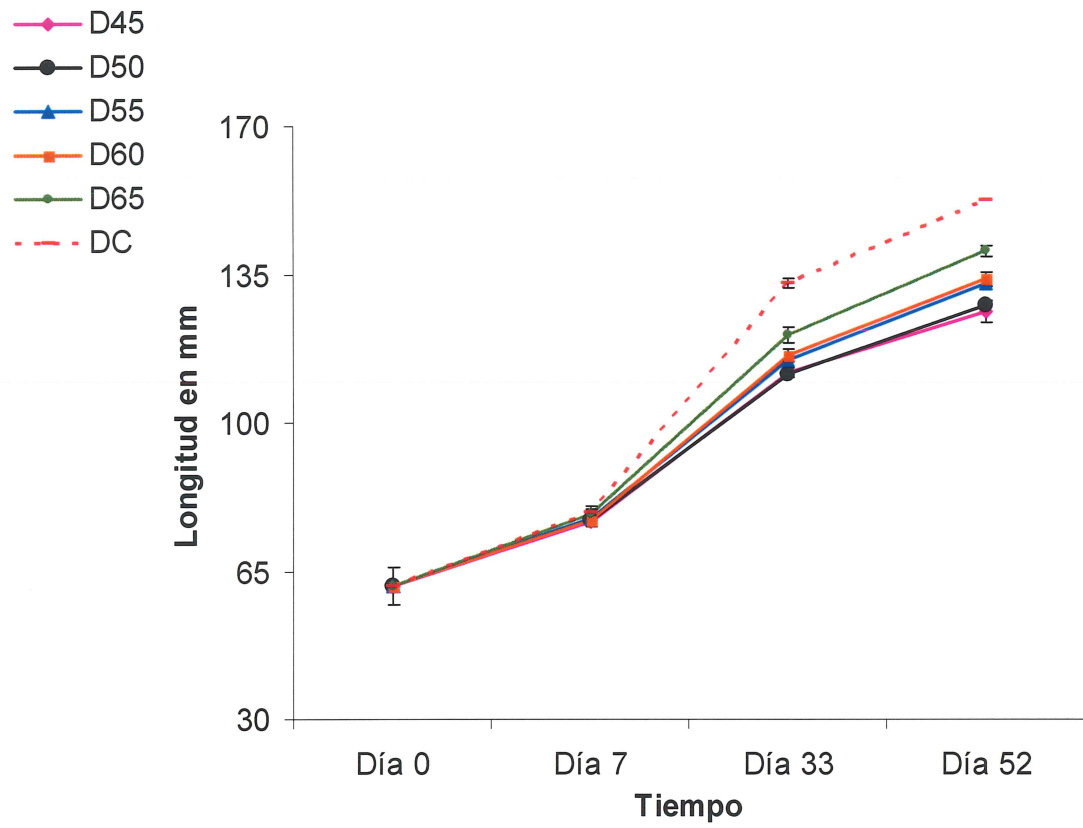


Figura 3. Crecimiento en longitud (mm) de juveniles de *Atractoscion nobilis* sometidos a 5 niveles de proteína y una dieta comercial (DC).

### 6.3 CRECIMIENTO EN PESO

En la Figura 4 se muestra el crecimiento en peso final (g) de los juveniles de corvina blanca alimentados con las distintas dietas experimentales.

El peso promedio de los peces al inicio del experimento fue de  $6.28 \pm 0.17$  g. El mayor crecimiento obtenido con las dietas experimentales se presentó con la dieta D65 ( $38.72 \pm 2.22$  g). El peso final promedio de los peces alimentados con las dietas D60 ( $35.22 \pm 1.70$  g) y D55 ( $33.56 \pm 0.73$  g) no mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). El menor crecimiento en peso se obtuvo con las dietas D50 ( $30.23 \pm 0.88$  g) y D45 ( $28.04 \pm 1.48$  g), las cuales no presentaron diferencias significativas entre si ( $P > 0.05$ ) (Tabla III). Los peces alimentados con la dieta DC alcanzaron un peso final promedio de  $45.63 \pm 0.33$  g.

Al término del experimento la ganancia de peso mas baja fue obtenida con las dietas D45 ( $22.01 \pm 1.26$  g) y D50 ( $24.12 \pm 0.95$  g). De los organismos sometidos a las dietas experimentales, la mayor ganancia de peso se registró con las dietas D60 ( $28.87 \pm 1.67$  g) y D65 ( $32.36 \pm 1.94$  g), las cuales no presentaron diferencias significativas entre si ( $P > 0.05$ ) (Tabla III). Los juveniles alimentados con la dieta DC presentaron una ganancia de peso de  $39.28 \pm 0.66$  g (Tabla III).

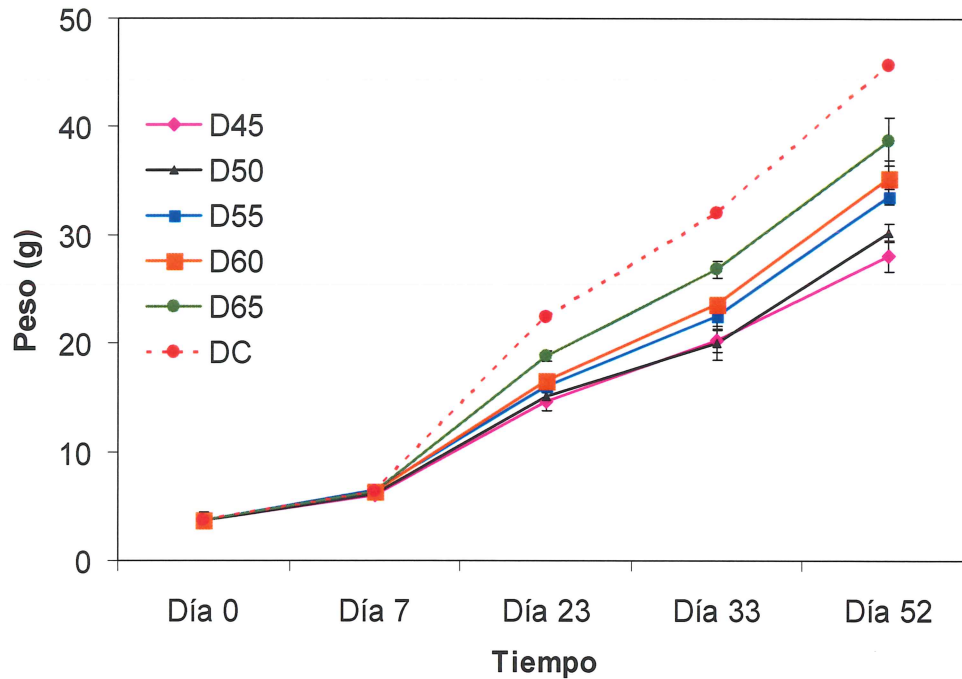


Figura 4. Crecimiento en peso (g) de los juveniles de *Atractoscion nobilis* sometidos a los 5 diferentes niveles de proteína y una dieta comercial (DC).

La TCE entre los tratamientos de alimentación presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Los juveniles alimentados con dietas experimentales, aquellos que recibieron la dieta D65 presentaron la mayor TCE al ganar 4.01 % de su peso corporal por día. Las menores TCE fueron observadas en los peces alimentados con D45 ( $3.42 \pm 0.05$  g 100 g de pez día<sup>-1</sup>) y D50 ( $3.55 \pm 0.10$  g 100 g de pez día<sup>-1</sup>), las cuales no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Los organismos alimentados con la dieta DC registraron una TCE de  $4.39 \pm 0.14$  g 100 g de pez día<sup>-1</sup>.

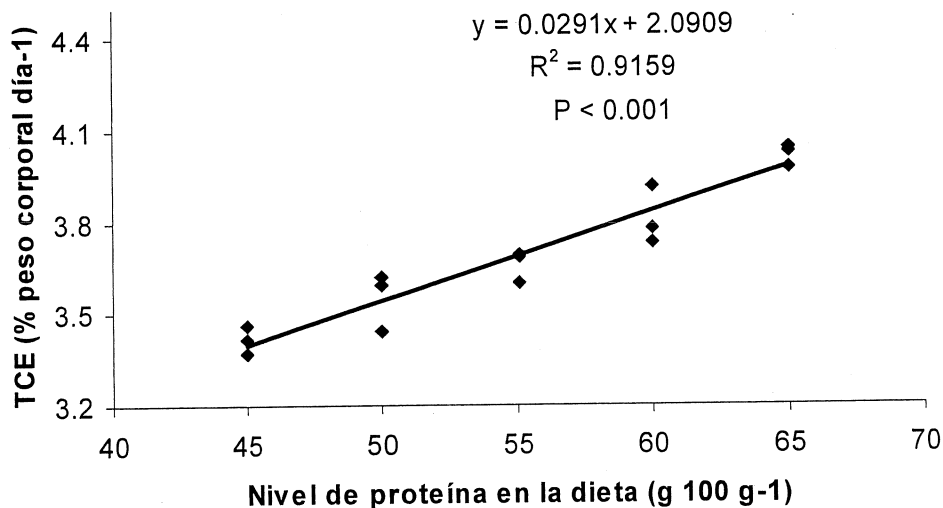


Figura 5. Regresión simple calculada para la relación entre las proteínas de la dieta (g 100 g<sup>-1</sup>) y la tasa de crecimiento específica (TCE, % de peso corporal día<sup>-1</sup>), en juveniles de *Atractoscion nobilis* sometidos a 5 dietas experimentales.

#### 6.4 CONSUMO

Los juveniles de corvina blanca sometidos a alimentación con las distintas dietas experimentales no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el consumo de alimento (Tabla III). Los organismos alimentados con la dieta DC presentaron un consumo significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) al que mostraron los juveniles sometidos a las dietas experimentales.

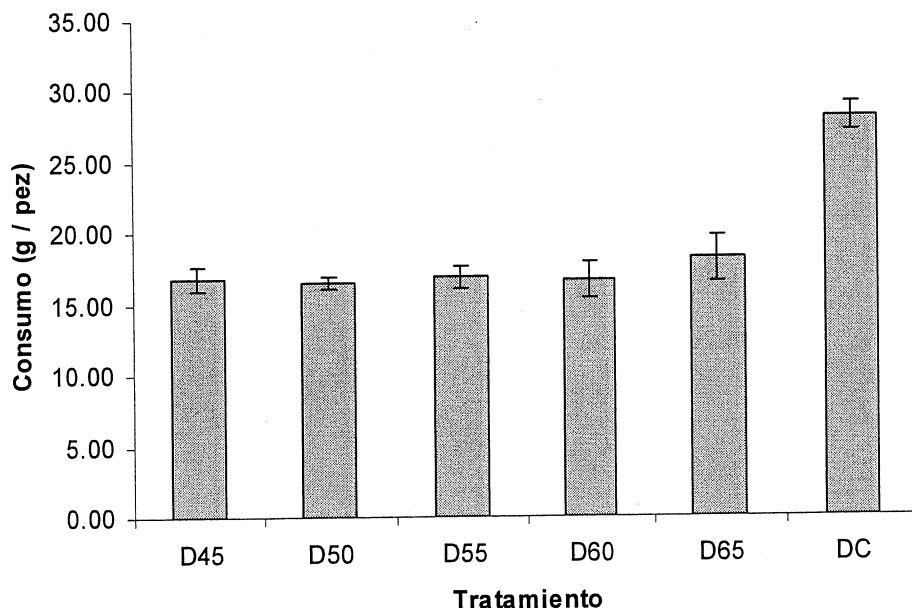


Figura 6. Consumo total por organismo de los juveniles de *Atractoscion nobilis* alimentados con 5 niveles de proteína y una dieta comercial (DC).

### 6.5 EFICIENCIA ALIMENTICIA Y EFICIENCIA PROTEICA

Los valores de TEA de los organismos sometidos a los distintos tratamientos mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Los valores de TEA más altos los presentaron los peces que fueron alimentados con las dietas D65, D60 y D55 ( $1.79 \pm 0.06$ ,  $1.74 \pm 0.11$  y  $1.61 \pm 0.06$  respectivamente). Los valores de TEA más bajos fueron obtenidos con la dieta D45 ( $1.31 \pm 0.04$ ). Los organismos alimentados con la dieta DC presentaron una TEA de  $1.40 \pm 0.04$ .

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la TEP de los juveniles de corvina blanca sometidos a los distintos tratamientos (Tabla III). Los peces alimentados con la dieta D65 presentaron los valores más bajos de

TEP ( $2.67 \pm 0.09$ ). El resto de los tratamientos presentaron valores superiores de TEP sin diferencias significativas entre ellos ( $P > 0.05$ ).

De la ecuación calculada a partir de la regresión cuadrática entre los valores de TEP y el nivel de proteína en la dieta, se obtuvo el punto máximo que alcanzó la TEP ( $I_{\max}$ ) = 53.85 % de proteína en la dieta (Figura 7).

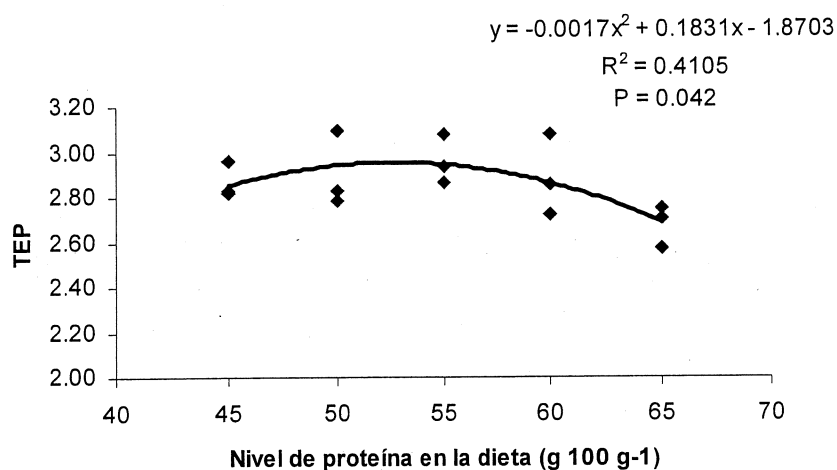


Figura 7. Regresión cuadrática calculada para la relación entre las proteínas de la dieta ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) y la tasa de eficiencia proteica (TEP, ganancia en peso en gramos entre gramos de proteína consumida), en juveniles de *Atractoscion nobilis* sometidos a 5 dietas experimentales.

## 6.6 ÍNDICE HEPATOSOMÁTICO

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el IHS de los organismos alimentados con las distintas dietas (Tabla III). Los menores IHS los presentaron los organismos que consumieron las dietas D65 ( $2.7 \pm 0.17$ ) y D60 ( $3.3 \pm 0.20$ ), las cuales no mostraron diferencias significativas entre ellas ( $P > 0.05$ ). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en los IHS de los peces que se alimentaron con las dietas D45, D50, D55 y DC, cuyos valores fueron mayores a los de los peces que consumieron D65 y D60 (Tabla III).

Se observó una clara diferencia en el color de los hígados de los peces sometidos a las dietas experimentales (D45, D50, D55, D60 y D65) y aquellos que recibieron alimento comercial (DC). Los organismos alimentados con dietas experimentales presentaron hígados con una coloración anaranjada brillante; en tanto que los hígados de los juveniles alimentados con la dieta DC se observaron de color rosa pálido.

## 6.7 COMPOSICIÓN CORPORAL

Los contenidos de proteína y lípidos en el *músculo* de los peces alimentados con las diferentes dietas experimentales y comercial, no mostraron diferencias significativas ( $P = 0.05$ ) (Tabla IV). El contenido de cenizas del

músculo de los organismos sometidos a los diferentes tratamientos mostraron diferencias significativas ( $P=0.05$ ). Los organismos que recibieron las dietas D45 y D50 presentaron los contenidos de cenizas mas altos ( $6.50 \pm 0.08 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  y  $6.30 \pm 0.07 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente) sin diferencias significativas ( $P=0.05$ ) entre ellos. De los peces alimentados con las dietas experimentales, el menor contenido de cenizas lo presentaron aquellos que recibieron las dietas D60 ( $6.17 \pm 0.07 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) y D65 ( $6.06 \pm 0.10 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), sin diferencias significativas entre ellas. Los organismos que recibieron la dieta DC registraron un contenido de cenizas promedio de  $6.30 \pm 0.04 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  (Tabla IV).

No se observaron diferencias significativas en el contenido de humedad en *músculo* entre los tratamientos

Se encontraron diferencias significativas en los contenidos de proteína en *hígado*. Los organismos alimentados con la dieta D45 presentaron el menor contenido de proteína ( $16.64 \pm 0.94 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Los peces que recibieron las dietas D50, D55, D60, D65 y DC mostraron un contenido similar de proteína ( $P=0.05$ ), con un valor promedio de  $21.01 \pm 0.70 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  (Tabla IV).

Se encontraron diferencias significativas en el contenido de lípidos en el *hígado*. De los peces sometidos a las dietas experimentales, el mayor contenido de lípidos lo presentaron los que recibieron la dieta D65 ( $51.01 \pm 2.22 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ). El menor contenido de lípidos lo registraron los juveniles alimentados con las

dietas D50, D55 y D60 ( $38.00 \pm 0.20$ ,  $41.34 \pm 3.59$  y  $38.54 \pm 2.31$  g  $100$  g<sup>-1</sup>, respectivamente), sin diferencias significativas entre ellas ( $P=0.05$ ). Los organismos que recibieron la dieta DC presentaron un contenido de lípidos promedio de  $29.96 \pm 2.04$  g  $100$  g<sup>-1</sup>.

No se encontraron diferencias significativas en el contenido de humedad en el hígado de los organismos sometidos a las dietas experimentales ( $P=0.05$ ). Los organismos que recibieron la dieta DC presentaron un contenido de humedad promedio de  $63.88 \pm 0.56$  g  $100$  g<sup>-1</sup>.

Se encontraron diferencias significativas en los contenidos de cenizas en los hígados. El mayor contenido de cenizas lo presentaron los peces que recibieron la dieta D60 ( $2.89 \pm 0.09$  g  $100$  g<sup>-1</sup>). El resto de los tratamientos (D45, D50, D55 y D65) presentaron un contenido de cenizas menor ( $2.54 \pm 0.06$  promedio) sin diferencias significativas ( $P=0.05$ ) entre ellos. Los organismos que recibieron la dieta DC presentaron un contenido de cenizas promedio de  $3.09 \pm 0.08$  g  $100$  g<sup>-1</sup> (Tabla IV).

Tabla IV. Composición corporal y contenido energético de la porción muscular e hígado en base seca de juveniles de *Atractoscion nobilis* alimentados con dietas con diferente contenido proteico y una dieta comercial (DC) durante 45 días

	D45	D50	D55	D60	D65	DC
<b>MÚSCULO</b>						
Proteínas	85.93 ± 1.70	83.89 ± 0.52	83.24 ± 1.54	83.85 ± 1.11	86.53 ± 1.81	82.79 ± 1.13
Lípidos	5.28 ± 0.27	4.57 ± 0.25	4.84 ± 0.26	4.86 ± 0.89	4.63 ± 0.37	5.12 ± 0.20
Humedad	79.92 ± 0.13	79.67 ± 0.22	79.35 ± 0.16	79.23 ± 0.07	78.93 ± 0.43	78.15 ± 0.45
Cenizas	6.50 ± 0.08 <sup>a</sup>	6.30 ± 0.07 <sup>a,b</sup>	6.26 ± 0.08 <sup>b</sup>	6.17 ± 0.07 <sup>b,c</sup>	6.06 ± 0.10 <sup>c</sup>	6.30 ± 0.04
<b>HÍGADO</b>						
Proteínas	16.64 ± 0.94 <sup>b</sup>	20.56 ± 0.88 <sup>a</sup>	20.12 ± 0.66 <sup>a</sup>	21.42 ± 1.04 <sup>a</sup>	21.89 ± 0.65 <sup>a</sup>	21.05 ± 0.26
Lípidos	45.02 ± 1.53 <sup>a,b</sup>	38.00 ± 0.20 <sup>b</sup>	41.34 ± 3.59 <sup>b</sup>	38.54 ± 2.31 <sup>b</sup>	51.01 ± 2.22 <sup>a</sup>	29.96 ± 2.04
Humedad	59.37 ± 0.40	61.82 ± 2.33	61.01 ± 0.85	63.95 ± 0.34	61.18 ± 0.45	63.88 ± 0.56
Cenizas	2.46 ± 0.07 <sup>b</sup>	2.61 ± 0.25 <sup>a,b</sup>	2.51 ± 0.06 <sup>b</sup>	2.89 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.57 ± 0.14 <sup>a,b</sup>	3.09 ± 0.08
ELN	35.86 ± 2.13	38.69 ± 1.58	36.02 ± 4.31	37.15 ± 2.29	24.52 ± 1.94	45.89 ± 2.21

## 7. DISCUSIONES

### 7.1 SOBREVIVENCIA

Al finalizar el experimento, la sobrevivencia de los peces en todos los tratamientos experimentales fue superior al 94% (Tabla III). Los peces alimentados con la dieta D65 mostraron la mayor cantidad de organismos vivos (100% de sobrevivencia) y no presentaron variación entre réplicas. La principal causa de mortalidad de los demás tratamientos fue que los peces saltaron fuera de los tanques durante las operaciones de limpieza y no debido a causas nutricionales, de salud u otras inherentes al cultivo. El nivel de proteína en la dieta no afectó la sobrevivencia de los organismos del presente estudio. Otros estudios muestran resultados similares, por ejemplo Lee *et al.* (2003) no encontraron diferencias significativas en la sobrevivencia de juveniles de *Scophthalmus maximus* al alimentarlos con dietas que contenían niveles de proteína cruda desde 29 a 57% y 10% de lípidos. De manera similar Webb y Gatlin (2003) reportan que la sobrevivencia no fue afectada de manera significativa en juveniles de tambor rojo (*S. ocellatus*) alimentados con dietas que contenían niveles de proteína cruda de 35 y 45% utilizando fuentes de proteína intacta y fuentes de proteína adicionada con aminoácidos cristalinos.

## 7.2 CRECIMIENTO Y UTILIZACIÓN DEL ALIMENTO

El nivel de proteína en la dieta es un factor crítico para el desempeño de los peces en cuanto a crecimiento, puesto que provee los aminoácidos necesarios para la construcción de tejido nuevo (NCR, 1993). Un incremento en el nivel de proteína en la dieta, puede promover una mejor producción corporal especialmente en peces carnívoros (Lee y Kim, 2001) puesto que el requerimiento de dicho nutriente es superior para este grupo de peces que para las especies no carnívoras (NRC, 1993). En el presente estudio, los juveniles de *A. nobilis* (6.3 g peso inicial promedio) alimentados con las dietas experimentales (Figuras 3 y 4) alcanzaron un mayor crecimiento en términos de longitud y peso por los peces que se alimentaron con la dieta D65, el consumo de proteína de estos organismos fue significativamente superior al del resto de los tratamientos, lo cual implica que los organismos que consumieron más proteína crecieron más (Tabla III). Lee y Kim (2001) encontraron que el crecimiento en peso fue superior en los peces que consumieron dietas con mayor contenido de proteína cruda, cuando alimentaron juveniles de 21.9 g peso inicial promedio de salmón masu (*Oncorhynchus masou* Brevoort) con dietas con niveles de proteína cruda que variaban entre el 30 y 50% y dos niveles de lípidos (19 y 21%). En trabajos con otras especies de peces marinos carnívoros como el lenguado sureño (*Paralichthys lethostigma*), se han encontrado máximos crecimientos en juveniles ( $32.9 \pm 0.5$  g) alimentados con dietas con niveles de proteína cruda entre 50 y 55% y 4709 cal g<sup>-1</sup> de energía

promedio (Gao *et al.*, 2005). De manera similar Espinos *et al.* (2003) reportan máximos crecimientos para juveniles ( $2.5 \pm 0.5$  g) de *D. dentex* con dietas que contenían 50% de proteína cruda y 17% de lípidos. Se sabe que el requerimiento de proteína así como el de los demás nutrientes difiere entre especies debido a distintos factores, como son las condiciones de cultivo y la etapa de desarrollo de los organismos (Lazo *et al.*, 1998; Lovell, 1998; Wilson, 2002).

La TCE de los peces sometidos a las dietas experimentales indica que el crecimiento de estos fue inferior a la de los peces que consumieron el alimento comercial (DC). Este resultado sugiere que el requerimiento real de proteína, basado en los resultados de crecimiento podría estar sobreestimado, debido a que la dieta control tenía 50% de proteína, porcentaje menor al de las dietas D55, D60 y D65. De acuerdo con Santinha *et al.* (1995) cuando los peces son alimentados a saciedad (como es el caso del presente estudio) el crecimiento no sólo dependerá de la composición de la dieta sino también de la habilidad de los organismos para regular el consumo del alimento. El bajo consumo de los organismos sometidos a las dietas experimentales, podría ser la causa de que la tendencia de los datos de tasa de crecimiento específica con relación al nivel de proteína en la dieta no presentara un punto de inflexión (Figura 5) que hiciera posible la determinación del requerimiento óptimo de proteína en la dieta.

Estudios en diferentes especies de carnívoros han evaluado el efecto del nivel de proteína sobre la utilización del alimento (Tibbets *et al.*, 2005, Lee *et al.*,

2003, Yamamoto *et al.*, 2000, Santinha *et al.*, 1999, Lazo *et al.*, 1998, Gao *et al.*, 2005 y Luo *et al.*, 2004). Se reporta que el aumento del nivel de proteína en la dieta, puede mejorar el crecimiento en peces carnívoros (Lee y Kim, 2001). Se sugiere que la inclusión en exceso de dicho nutriente puede tener un efecto desfavorable en la utilización del alimento, puesto que el exceso de proteína puede ser empleado por el organismo como fuente de energía y no para crecimiento (McGoogan y Gatlin, 1998). En el presente experimento, debido a que no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los valores de TEA de las dietas D55, D60 y D65, una inclusión del 55% de proteína cruda parece ser suficiente para un mejor aprovechamiento del alimento en términos de ganancia en peso para juveniles de *A. nobilis* de 50 días de edad. De manera similar, Tibbetts *et al.* (2005) reportaron una mejor eficiencia alimenticia en juveniles ( $13.5 \pm 0.1$  g) de *Melanogrammus aeglefinus* L. alimentados con dietas que contenían 55% de proteína cruda y dos niveles de lípidos (11 y 16%). Previo a este último estudio Kim y Lall (2001) reportaron una mejor tasa de conversión alimenticia en juveniles (6.9 g) de la misma especie, los cuales fueron alimentados con una dieta que contenía 60% de proteína cruda y 11% de lípidos. Las diferencias entre los dos estudios pueden deberse a distintas edades iniciales de los organismos y a diferencias en la formulación de las dietas y la calidad de los ingredientes. Por su parte Serrano *et al.* (1992) reportan una mejor eficiencia alimenticia con niveles de inclusión de proteína cruda del 40% y 10% de lípidos en juveniles (2.0 g) de tambor rojo (*S. ocellatus*). Por otro lado, Cho *et al.* (2005) trabajaron con juveniles de *S.*

*maximus* L de 47 g de peso inicial, los cuales fueron alimentados con dietas a distintos niveles de proteína cruda y lípidos, en dicho experimento no se encontraron diferencias significativas en la eficiencia alimenticia entre organismos alimentados con dietas que contenían niveles de proteína cruda de 55 y 65%, con 7 y 17% de lípidos. Las diferencias entre estudios pueden deberse principalmente a la especie, condiciones de cultivo, composición de la dieta y la calidad de los ingredientes utilizados para la formulación de las dietas experimentales.

Los valores calculados de TEP respaldan el punto anterior, en cuanto a que el exceso de proteína en las dietas no mejoró la ganancia de peso, ya que no obstante, se observa que no existieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre la mayoría de los tratamientos, es posible notar que aquellos peces que consumieron las dietas con 50 y 55% de proteína cruda presentaron un aprovechamiento de la proteína superior al resto. El valor obtenido a partir del punto de inflexión en la regresión cuadrática (Figura 7) se sitúa justo entre estos dos niveles de proteína en la dieta e indica que una inclusión superior al 53.85 % de proteína en la dieta no mejora el aprovechamiento de dicho nutriente.

Los resultados observados a partir de la Figura 7 son similares a los obtenidos en otras investigaciones, por ejemplo, en el estudio que realizaron Cho *et al.* (2005) y colaboradores con juveniles de *S. maximus* L. de 47 g de peso inicial observaron que la eficiencia proteica no fue mejorada por las dietas

que contenían niveles de proteína superiores al 55%. Por otra parte Luo *et al.* (2004) en su trabajo con *E. coioides* reportaron mejores indicadores de aprovechamiento proteico en juveniles ( $10.7 \pm 0.2$  g) que consumieron dietas con 48 y 53% de proteína con relación a un intervalo de entre 37 y 63% de proteína cruda en la dieta. En todos los casos se considera que una inclusión superior a estos niveles resulta inconveniente ya que el exceso de proteína podría utilizarse para satisfacer necesidades energéticas. Lo anterior parece corroborarse en el presente trabajo ya que los peces que consumieron el alimento con mayor contenido de proteína (65%), además de presentar un contenido de lípidos en el hígado significativamente superior a aquellos que consumieron niveles de proteína menores (50, 55 y 60%), presentaron un aprovechamiento de proteína inferior al resto de los tratamientos. De manera similar Gao *et al.* (2005) y colaboradores encontraron que el incremento en el nivel de proteína en la dieta causó una disminución en la utilización de la proteína en juveniles del lenguado sureño *P. lethostigma*.

### 7.3 CONSUMO

Ha sido observado que el consumo de alimento puede variar con la palatabilidad de éste, así como también, con la talla de los organismos, más que con el contenido de proteína o la densidad de los nutrientes en una dieta (Thoman *et al.*, 1999). En el presente experimento no se observó un efecto del nivel de proteína en la dieta sobre el consumo de alimento. Por lo que al

parecer los peces no regularon su consumo para satisfacer un requerimiento de proteína. Tal como lo observaron Álvarez-González *et al.* (2001), quienes alimentaron juveniles ( $9.5 \pm 1.5$  g) de lobina moteada (*P. maculatofasciatus*), con dietas que contenían niveles de proteína de 40 a 50% y  $\sim 4865$  cal g<sup>-1</sup> de energía, no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento diario. Por otra parte, Luo *et al.* (2004) no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento cuando sometieron a juveniles ( $10.7 \pm 0.2$  g) de *Epinephelus coioides* a dietas isoenergéticas con niveles de proteína entre 43 y 63% y energía  $\sim 3424$  cal g<sup>-1</sup> y sólo aquellos que consumieron dietas con menor contenido de proteína (37%) registraron un consumo significativamente menor. Otros autores han encontrado discrepancias al respecto; Kim y Lall (2001) reportaron diferencias en el consumo de alimento en juveniles (6.9 g promedio) de *M. aeglefinus*, los cuales fueron alimentados con dietas que contenían 45 a 65% de proteína y energía de  $\sim 3,966$  cal g<sup>-1</sup>, el consumo de alimento en ese experimento disminuyó conforme el nivel de proteína en la dieta fue mayor. De la misma forma Santinha *et al.* (1999) encontraron que el consumo del alimento fue significativamente menor al aumentar el nivel de proteína en la dieta de 47 a 51% en juveniles con un peso inicial de  $42.5 \pm 0.2$  g de *S. aurata* L. Lo que podría indicar que los peces consumieron mas alimento, posiblemente para compensar el bajo contenido de proteína en la dieta (Lazo *et al.*, 1998). Las diferencias entre los estudios pueden atribuirse principalmente a la especie y a la formulación de las dietas utilizadas, específicamente a diferencias en el nivel de lípidos incluidos, ya que se ha demostrado que este

nutriente tiene un efecto importante en la regulación del consumo (López *et al.*, 2006). En el presente trabajo en particular las dietas fueron formuladas para ser isolípídicas e isocalóricas, no obstante, existieron pequeñas diferencias en el contenido lipídico y calórico de las mismas (Tabla II), las cuales probablemente no se reflejaron en el consumo de alimento.

Por otro lado, los organismos de la dieta DC presentaron mayor consumo respecto al resto de los tratamientos (Figura 6). Algunas empresas dedicadas a la elaboración de alimentos utilizan aditivos para mejorar la atractabilidad y palatabilidad de la dieta. Puesto que los ingredientes seleccionados para la elaboración de las dietas en este experimento fue de alta calidad y la densidad de nutrientes de la dieta control no difiere en gran medida de las dietas formuladas (Tabla II), es posible que las diferencias en el consumo respecto al alimento comercial se deban a la inclusión de algún ingrediente en la formulación que pudo haber favorecido la atractabilidad y/o palatabilidad del alimento comercial y por lo tanto la ingesta del mismo.

#### **7.4 ÍNDICE HEPATOSOMÁTICO**

En el presente estudio los menores valores del IHS los presentaron los organismos que consumieron dietas altas en proteína (D60 y D65) y bajas en carbohidratos (Tabla II). Este patrón fue observado también por Kim y Lall (2001) en juveniles de *M. aeglefinus*, donde el tamaño del hígado disminuyó

conforme el nivel de proteína en las dietas fue más alto (65%) y el ELN fue más bajo (18%). Más tarde, Tibetts *et al.* (2005) y colaboradores, observaron la misma respuesta en el experimento realizado con juveniles de la misma especie (*M. aeglefinus*), los que presentaron menor IHS al aumentar la proteína en la dieta (de 45 a 55%) y disminuir el nivel de carbohidratos. Ese resultado fue encontrado con dos niveles de lípidos (11 y 16%). Las diferencias observadas en el tamaño del hígado, puede ser un efecto del nivel de carbohidratos en las dietas más que del nivel de proteína. Se ha demostrado que una alta inclusión de carbohidratos en la dieta de peces carnívoros puede provocar un fenómeno de aumento del tamaño del hígado o hepatomegalia (Stoskopf, 1993). Lo anterior debido a que los peces carnívoros no tienen la capacidad de aprovechar adecuadamente altos niveles de carbohidratos, ya que su dieta natural contiene bajos niveles de dicho nutriente y no cuentan con las adaptaciones evolutivas, que les permita un catabolismo eficiente de carbohidratos, y el hecho de no poseer un intestino largo que favorezca un mayor tiempo de residencia para digerir y aprovechar alimentos con altas inclusiones de carbohidratos (Smith, 1989). Es de mencionarse que las dietas D60 y D65 contenían una cantidad menor de lípidos que el resto de los tratamientos (2% menos), no obstante, el contenido de energía en dichas dietas fue superior (Tabla II), esta energía provenía de una fuente más disponible para los peces (lípidos y proteínas) (Hembre *et al.*, 2002). Por lo tanto el mayor tamaño de los hígados bajo los tratamientos con niveles de proteína de 45 a 55% puede deberse, no sólo a una mayor acumulación de carbohidratos en

forma de glicógeno, sino también de lípidos (Tibetts *et al.*, 2005, Lee *et al.*, 2002 y Kim y Lall, 2001).

Durante la disección de los peces, se observó que los organismos alimentados con dietas experimentales presentaron hígados con una coloración anaranjada brillante mientras que los hígados de los juveniles alimentados con la dieta DC se observaron de color rosa pálido. Los hígados con coloraciones claras han sido observados en peces cultivados y se ha asociado a deficiencias nutricionales (Stoskopf, 1993).

## 7.5 COMPOSICIÓN CORPORAL

El contenido de proteínas en el tejido muscular en general es poco variable, ya que son las proteínas el último nutriente que se utiliza cuando las condiciones nutricionales son adversas (Jobling, 2001). Además, la composición proteica del músculo esta determinada por la genética del organismo, por lo tanto, su variación esta más relacionada con la especie a tratar y la etapa de desarrollo en que se encuentre el organismo que con la dieta. En este trabajo no se encontraron diferencias significativas en el contenido de proteína del tejido muscular de los juveniles de *A. nobilis* (6 g de peso inicial promedio) alimentados con las diferentes dietas experimentales y la dieta comercial. Lo anterior es similar a lo que reportan Álvarez-González *et al.* (2001) para juveniles de *P. maculatofasciatus* con peso promedio inicial de  $9.5 \pm 1.5$  g, los cuales fueron alimentados con dietas que contenían niveles de proteína desde 40 a 50% y  $\sim 4865$  cal  $g^{-1}$  de energía. De manera similar Lee y Kim (2005) no reportaron diferencias en el contenido de proteína en el músculo dorsal de juveniles ( $8.9 \pm 0.4$  g) del lenguado *Paralichthys olivaceus* cuando fueron sometidos a dietas con niveles de proteína cruda de 41 a 51% y niveles de energía de 4400 a 5200 cal  $g^{-1}$ . De manera similar Mathis *et al.* (2003) y colaboradores no encontraron diferencias en el contenido de proteína del músculo dorsal de juveniles ( $37.3 \pm 16.4$  g) de la perca euroasiática (*Perca fluviatilis*), las cuales fueron alimentadas con dietas que variaban entre 43 y 49% de proteína cruda y niveles de energía de 4,680 a 5,280 cal  $g^{-1}$ .

Por su parte, el contenido de lípidos en el músculo juveniles de *A. nobilis* no presentó variación entre los peces sometidos a los distintos tratamientos y la dieta control. Por lo que al parecer el contenido de proteínas en la dieta no tuvo un efecto significativo sobre el contenido lipídico del tejido muscular de los peces. En otros estudios se han encontrado patrones similares; como el realizado por Lee y Kim (2005) donde no se encontró variación en el contenido de lípidos en el tejido muscular de juveniles ( $8.9 \pm 0.4$  g) del lenguado *P. olivaceus* alimentados con dietas formuladas para contener distintos niveles de proteína y lípidos. De igual manera Mathis *et al.* (2003) y colaboradores no encontraron diferencias en el contenido de lípidos de la porción muscular de la perca euroasiática ( $37.3 \pm 16.4$  g) (*P. fluviatilis*), las cuales fueron alimentadas con dietas que variaban entre 43 y 49% de proteína cruda. Por su parte Chou *et al.* (2001) no encontraron un patrón consistente en el contenido de lípidos en el músculo de juveniles (30-35 g) de cobia (*Rachycentron canadum*) cuando consumieron dietas que contenían niveles de proteína cruda desde 36 hasta 60% y niveles de 5.8 a 8.8 % de lípidos). Generalmente los peces muestran diferencias en la acumulación de lípidos en el músculo cuando son alimentados con dietas que contienen diferentes niveles de este nutriente, no así de proteínas, tal como lo describe Jobling (2001).

El contenido de humedad en el *músculo* de los peces esta fuertemente relacionado con el contenido de lípidos del mismo (Jobling, 2001), ya que, en el músculo como en los demás tejidos, cuando se depositan lípidos, generalmente

reemplazan agua (Bureau *et al.*, 2000). En el presente experimento no se encontraron diferencias significativas en el contenido de humedad en la porción muscular de los organismos sometidos a los diferentes tratamientos. Este resultado tiene congruencia al relacionarlo con el contenido de lípidos en este tejido, ya que ninguno de los dos resultados presentó variación entre los tratamientos. Resultados similares a estos fueron obtenidos por Lee y Kim (2005) con juveniles ( $8.9 \pm 0.4$  g) del lenguado *P. olivaceus* quienes no observaron diferencias en el contenido de humedad y lípidos en los organismos que alimentaron con dietas que contenían distintos niveles de proteína y lípidos.

Efecto del nivel de proteína sobre el *hígado* de los peces marinos comúnmente se observa en el contenido de lípidos del mismo (Santinha *et al.*, 1999). En el presente experimento, los resultados muestran que los peces que fueron alimentados con la dieta que contenía 65% de proteína cruda (D65), presentaron el mayor contenido de lípidos en el hígado, lo cual parece indicar que este nivel de inclusión de proteína con un nivel de lípidos de 17% en la dieta podría ser excesivo y confirmaría que las proteínas fueron utilizadas como fuente de energía. Lo anterior pudo conducir a una mayor acumulación de lípidos en dicha víscera, puesto que este órgano parece ser más importante como almacén de lípidos en peces marinos que en peces de agua dulce (Santinha *et al.*, 1999). Lo anterior fue observado en el experimento realizado con *S. aurata* L. ( $42.5 \pm 0.2$  g) se encontró que la acumulación de lípidos en el hígado de los peces fue mayor cuando el contenido de proteína en la dieta se

incrementó de 47 a 51% en un nivel de lípidos en la dieta de 15% (Santinha *et al.*, 1999).

Los resultados de este y otros estudios (Luo *et al.*, 2004, Santinha *et al.*, 1999, Lee y Kim, 2005 y López *et al.*, 2006) parecen indicar que la composición proximal del hígado refleja de manera importante la densidad de nutrientes del alimento suministrado a diferencia de la composición proximal del músculo que parece ser mas afectada por factores diferentes a los nutricionales como son la etapa de desarrollo y las condiciones de cultivo (Jobling 2001).

## 8. CONCLUSIONES

1. El nivel de proteína en la dieta no mostró un efecto significativo en el consumo del alimento.
2. Con el diseño experimental utilizado, los valores obtenidos de crecimiento con relación al nivel de proteína en la dieta no fue factible el determinar el requerimiento mínimo de proteína en la dieta para un máximo crecimiento.
3. Los valores obtenidos de TEA mostraron que el 55% de inclusión de proteína cruda en la dieta permite obtener un óptimo aprovechamiento del alimento en términos de ganancia de peso.
4. Los valores calculados de TEP indican que un alto contenido de proteína en la dieta no mejoró la ganancia de peso en los juveniles de corvina blanca.
5. La composición proximal del músculo juveniles de *A. nobilis* del presente estudio no fue afectada por el nivel de proteína en la dieta.
6. El contenido de lípidos en el hígado refleja que dietas altas en proteína (65%) promueven una acumulación de lípidos en dicha víscera.
7. Los menores valores del índice hepatosomático fueron encontrados en los organismos que consumieron las dietas con mayor contenido de proteína y menor contenido de carbohidratos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez-González, C.A., Civera-Cerecedo, R., Ortiz-Galindo, J.L., Dumas, S., Moreno-Legorreta, M. y Grayeb-Del Alamo, T. 2001. Effect of dietary protein on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, *Paralabrax maculatofasciatus*, fed practical diets. *Aquaculture*, 194:151-159.
- Bureau, D.P., Azevedo, P.A., Tapia-Salazar, M. y G. Cuzon. 2000. Pattern and cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potential implications and applications. In: Cruz-Suarez, L.E., Rique-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y R. Civera-Cerecedo. *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán, México.
- Bureau, D.P., Kaushik, S. J. y Cho, C. Y. 2002. Bioenergetics. En: Halver, J.E. y R.W. Hardy. 2002. *Fish Nutrition*. Academic Press. E.U.A. pp. 2-54.
- CalCOFI. 2006. Review of some California fisheries for 2005: coastal pelagic finfish, market squid, dungeness crab, sea urchin, abalone, Kellet's whelk, groundfish, highly migratory species, ocean salmon, nearshore live-fish, pacific herring, and white seabass. *Fisheries review, CalCOFI Rep.*, Vol. 47. pp. 27-29.
- CalCOFI. 2002. Review of some California fisheries for 2001: market squid, sea urchin, dungenes crab, lobster, prawn, abalone, groundfish, swordfish, and shark, coastal pelagic finfish, ocean salmon, nearshore live-fish, pacific herring, white seabass, and kelp. *Fisheries review, CalCOFI Rep.*, Vol. 43. pp. 13-30.
- Cho S.H., Lee, S.M., Lee, S.M., Lee, J.H. 2005. Effect of dietary protein and lipid levels on growth ad body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L) reared under optimum salinity and temperature conditions. *Aquaculture Nutrition*. 11:235-240.

- De Silva S. S., Gunasekera, R.M. Collins, R.A. Ingram, B.A. 2002. Performance of juvenile Murria cod, *Macullochella peelii peelii* (Mitchell), fed with diets of different protein to energy ratio. *Aquaculture Nutrition* 8:79-85.
- De Silva S. S. y Anderson, T.A. 1995. *Fish Nutrition In Aquaculture*. Chapman and Hall Aquaculture Series 1. Inglaterra. 319 pp.
- Dotson, R.C. y R.L. Charter. 2003. Trends in the Southern California sport fishery. *CalCOFI Rep.*, Vol. 44, pp. 94-106.
- Espinos, F.J., Tomas, A., Pérez, L.M., Balash, S. y Jover, M. 2003. Growth of dentex fingerlings (*Dentex dentex*) fed diets containing different levels of protein and lipid. *Aquaculture*, 218:479-490.
- Gao, Y., Lv, J., Lin, Q. Lin y L. Li. 2005. Effect of protein levels on growth, feed utilization, nitrogen and energy budget in juvenile southern flounder, *Paralichthys lethostigma*. *Aquaculture Nutrition*, 11:427-433.
- Hebb, C.D., Castell, J.D., Anderson, D.M. y Batt, J. 2003. Growth and feed conversion of juvenile winter flounder (*Pleuronectes americanus*) in relation to different protein to lipid levels in isocaloric diets. *Aquaculture*, 221:439-449.
- Hemre, G.I., Mommsen, T.P. y Kroghdahl, A. 2002. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition*, 8:175-194.
- Hepher, B. 1993. *Nutrición de peces comerciales en estanques*. LIMUSA. México, D.F., pp. 193-233.
- Hernández, P. 1999. *Nutrición acuícola en México, un reto ante el nuevo milenio*. IV Reunión Nacional de Redes de Investigación en Acuicultura. Memorias. SEMARNAT, México., pp. 251-256
- Jobling, M. 2001. Nutrition partitioning and the influence of feed composition on body composition. En: Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M. *Food Intake in Fish*. Blackwell Science, U.K, pp.354-375
- Jobling, M. 1994. *Fish bioenergetics*. Chapman and Hall. Londres, Inglaterra. pp.100-109

- Kim, J.D. y S.P. Lall. 2001. Effects of dietary protein level on growth and utilization of protein and energy by juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Aquaculture* 195:311-319.
- Lazo, J.P., Davis, D. A. 2000. Ingredient and feed evaluation. En: Stickney, R.R. (ed.). *The Encyclopedia of Aquaculture*. John Wiley. E.U.A., pp. 1-11.
- Lazo, J.P., Davis, D. A. y C.R. Arnold. 1998. The effects of dietary protein level on growth, feed efficiency and survival of juvenile Florida pompano (*Trachinotus carolinus*). *Aquaculture*, 169:225-232.
- Lee, S.M. y K.D, Kim. 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.
- Lee, J.K., Cho, S.H., Park, S.U., Kim, K.D. y Lee, S.M. 2003. Dietary protein requirements for young turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture Nutrition*, 9:283-286.
- Lee, S.M., Jeon, I.G. y Lee, J.Y. 2002. Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish (*Sebastes schlegelii*). *Aquaculture*, 211:227-239.
- Lee, S.M. y K.D. Kim. 2001. Effects of dietary protein and energy levels on the growth, protein utilization and body composition of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou* Brevoort). *Aquaculture Research*, 32:39-45.
- López, L.M., Torres, A.L., Durazo, E., Drawbridge, M., y Bureau D.P. 2006. The energy and protein requirements for growth and performance of the fingerlings or white seabass, *Atractoscion nobilis*, *Aquaculture*, 253:557-563
- Lovell, T. 1998. *Nutrition and Feeding of Fish*. Kluwer Academic Publishers. E.U.A. 267 pp.
- Luo, Z., Liu, Y.J., Mai, K.S., Tian, L.X., Liu, D.H. y Tan, X.Y. 2004. Optimal dietary protein requirement of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed

- isoenergetic diets in floating net cages. *Aquaculture Nutrition*, 10:247-252.
- Mathis, N., Feidt, C. y Brun-Bellut, J. 2003. Influence of protein/energy ratio on carcass quality during the growing period of Eurasian Perch (*Perca fluviatilis*). *Aquaculture*, 217:453-464.
- McGoogan, B.B. y Gatlin III D.M. 1998. Metabolic requirements of red drum, *Sciaenops ocellatus*, for protein and energy based on weigh gain and body composition. American Society for Nutritional Sciences. 123-129 pp.
- Moser, H.G., Ambrose, D.A., Busby, A.S., Butler, J.L., Sandknop, E.M., Sumida, B.Y. y Stevens, E.G. 1983. Description of early stages of white seabass, *Atractoscion nobilis*, with notes on distribution. CalCOFI Rep., Vol. XXIV.
- National Research Council. 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press. Washington, D.C. 114 pp.
- Qinghui A., Mai, K., Li, H., Zhang, C., Zhang, L., Duan, Q., Tan, B., Xu, W., Ma, H., Zhang, W. y Liufu, Z. 2004. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*, 230:507-516.
- Ruey-Liang, C., Mao-Sen, S., Houg-Yung, C. 2001. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 193:81-89.
- Santinha, P.J.M., Medale, F., Corraze, G., Gomes, E.F.S. 1999. Effects of the dietary protein:lipid ratio on growth and nutrient utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) *Aquaculture Nutrition*, 5:147-156.
- Serrano, J.A., Nematipour, G.R. y Gatlin D.M. 1992. Dietary protein requirement of the red drum (*Sciaenops ocellatus*) and relative use of dietary carbohydrate and lipid. *Aquaculture*, 101:283-291.
- Smith, L.S. 1989. En: Halver, J.E. y R.W. Hardy. 2002. Fish Nutrition. Academic Press. E.U.A. 824 pp.
- Stoskopf, M.K. 1993. Fish Medicine. W.B. Saunders Company. E.U.A. 882 pp.

- Thoman, E.S., Davis, D.A. y Arnold, C.R. 1999. Evaluation of growout diets with varying protein and energy levels for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 176:343-353.
- Tibbetts, S.M., Lall, S.P. y J.E. Milley. 2005. Effects of dietary protein and lipid levels and DP DE<sup>-1</sup> ratio on growth, feed utilization and hepatosomatic index of juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. *Aquaculture Nutrition*, 11:67-75.
- Vojkovich, M. y R.J. Reed. 1983. White seabass, *Atractoscion nobilis*, in California-mexican waters: status of the fishery. *CalCOFI Rep.*, Vol. 24.
- Webb K.A. y D.M. Gatlin. 2003. Effects of dietary protein level and form on production characteristics and ammonia excretion of red drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, 225:17-26.
- Wilson, R.P. 2002. Amino acids and proteins. En: Halver, J.E. y R.W. Hardy. 2002. *Fish Nutrition*. Academic Press. E.U.A. 824 pp.
- Yamamoto, T., Unuma, T. y Akiyama T. 2000. The influence of dietary protein and fat levels on tissue free amino acid levels of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 182:353-272.