



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

**Efecto de diferentes raciones alimenticias a partir del requerimiento
proteico diario en juveniles de lobina rayada (*Morone saxatilis*)**

QUE PRESENTA EL ALUMNO

David Abraham Cano Vera

Matrícula
2142032837

ASESORES:

Dra. María del Carmen Monroy Dosta. Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco.

Dr. José Antonio Mata Sotres. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de
Investigaciones Oceanológicas.

México, CDMX

Septiembre, 2019

Resumen

Uno de los principales problemas en la producción de alimentos balanceados para peces marinos radica en la obtención de proteína proveniente del mar, lo que ha originado una sobrepesca en ciertos pelágicos menores como son la anchoveta y sardina. Aproximadamente, entre el 30% y 40% total de dicha pesca, es convertido en harina de pescado, por lo que se ha llevado a una sobreexplotación de dichos recursos. El éxito de los alimentos formulados se debe al buen balance en proteínas, lípidos, carbohidratos minerales, vitaminas y fuentes energéticas requeridos para un correcto crecimiento y otras funciones fisiológicas. Por lo tanto, el objetivo de la presente tesis fue evaluar el desempeño en peso y talla a partir de alimentos con cuatro diferentes niveles de proteína (53%, 49%, 46% y 43%) con raciones ajustadas para cubrir el requerimiento proteico diario (46%) de juveniles de *Morone saxatilis*. El bioensayo se realizó a tres distintas temperaturas (26 °C, 22 °C y 18 °C) simulando así las condiciones presentes en la Bahía de Ensenada a lo largo del año. Se trabajó con 540 juveniles de *M. saxatilis*, los cuales fueron sometidos a los diferentes tratamientos experimentales durante un periodo de 30 días. Se alimentaron dos veces por día (8:00 y 16:00 h) con una ración equivalente al 6% de la biomasa corporal. El mejor desempeño se observó con la dieta a 49% y a los 26 °C. La ganancia en peso por individuo fue de $86.75 \pm 4.96\%$ y el crecimiento térmico (TGC) registró el 0.56 ± 0.03 . Bajo la misma temperatura, el consumo de alimento (FI) reportó el 4.63 ± 0.02 y la tasa de conversión alimenticia (FCR) fue de 0.37 ± 0.01 , presentando así los valores más bajos. Basados en los resultados previos, se determinó realizar una nueva fase experimental a 20 °C para poder establecer las mejores condiciones de cultivo para la especie. Los mejores resultados se obtuvieron con la dieta a 49%, presentando una ganancia en peso de $26.89 \pm 5.60\%$, un FI del 5.46 ± 0.17 y un FCR del 0.44 ± 0.02 . En conclusión, los juveniles de *M. saxatilis* presentaron un mejor crecimiento cuando se alimentó con una ración equivalente a 49% de proteína en cualquiera de las fases experimentales.

Palabras clave: *Morone saxatilis*, requerimiento proteico, desempeño, juveniles, ración diaria, dietas.

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Marco Teórico	2
3. Antecedentes	6
4. Objetivos	8
5. Metodología	9
5.1 Elaboración de las dietas	9
5.1.1 Formulación	9
5.2 Análisis Proximal	9
5.2.1 Determinación de proteína	9
5.2.2 Determinación de lípidos	10
5.2.3 Determinación de humedad	11
5.2.4 Determinación de cenizas	11
5.3 Bioensayo	11
5.3.1 Preparación de estanques	11
5.3.2 Aclimatación de la lobina	12
5.3.3 Biometría	13
5.3.4 Raciones	13
5.4 Desempeño	13
5.4.1 Análisis de rendimiento	13
5.4.2 Estadística	14
6 Resultados	15
6.1 Elaboración de la dieta	15
6.2 Análisis proximal	15
6.3 Bioensayo	15
6.3.1 Aclimatación de la lobina	15
6.4 Desempeño	16
6.4.1 Prueba a 26 °C	16
6.4.2 Prueba a 22 °C	18
6.4.3 Prueba a 18 °C	19
6.4.4 Segunda fase experimental (prueba a 20 °C)	21
7 Discusión	23

8	Conclusión	27
9	Referencias	28

Introducción

En Ensenada, Baja California, México, se ha comenzado a cultivar lobina rayada (*Morone saxatilis*) mediante la crianza de maricultivo, y aunque solo existe una empresa dedicada a su reproducción y comercialización con fines alimenticios, su crianza en ambientes controlados ha sido satisfactorio. Al ser una especie omnívora, necesita requerimientos proteicos provenientes de fuentes marinas. Este es uno de los principales problemas en la producción de alimentos balanceados para peces marinos ya que la obtención de dicha proteína ha originado una sobrepesca de ciertas especies pelágicas como son la anchoveta y sardina. Si se quiere conseguir un metabolismo óptimo en los peces, es de suma importancia que las dietas formuladas en base a la harina de pescado presenten un equilibrio de proteínas, lípidos, carbohidratos minerales, vitaminas y fuentes energéticas (Pokniak, 1997).

Dentro de las ventajas que se encuentran al utilizar alimentos balanceados en los cultivos, es el alto contenido proteínico (65% – 70%) que pueden incluir las dietas, siendo más ricos en aminoácidos esenciales como la lisina y metionina; presentan un mayor volumen vitamínico; son de gran potencial en la adquisición de minerales como calcio, fósforo y hierro (Zaldívar, 2002).

El cultivo de *M. saxatilis*, es una industria que apenas comienza, la cual tiene un gran potencial para proyectar la acuicultura tanto en la región como en el país. Pese a la importancia de la especie, en la literatura se encuentran pocos trabajos relacionados a los requerimientos proteicos de la especie (Gallagher, 1994; Blaufuss y Trushenski, 2012). Siendo la mayoría enfocados a la cruce híbrida de lobina rayada (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*). Es por esto que el objetivo de la presente investigación plantea evaluar el desempeño (crecimiento en peso y talla) de juveniles *Morone saxatilis* a partir de diferentes niveles de proteína ajustando raciones alimenticias para cubrir el requerimiento diario proteico y poder proporcionar nuevas técnicas de cultivo mediante el suministro adecuado de alimento.

Marco Teórico

La lobina rayada, *Morone saxatilis*, presenta un cuerpo alargado y ligeramente comprimido, con dos aletas dorsales, la primera con alrededor de ocho espinas dorsales bien diferenciadas, mientras que la segunda presenta entre 10 y 15 espinas cubiertas con una membrana. La boca es grande con apertura oblicua y presenta dientes pequeños en filas. Sobre los flancos posee entre 7 y 8 estrías transversales mayormente marcadas en la mitad superior del cuerpo (Carta Estatal Acuícola de Baja California, 2018). Llega a medir 150 cm con un peso que va de los 25 a los 35 kg (Figura 1). Su longevidad alcanza los 25 años, pero alcanza la madurez sexual entre los dos y cuatro años de edad para los machos y entre cinco y ocho años para las hembras.



Figura 1. Anatomía externa de *Morone saxatilis*.

M. saxatilis se encuentra en la costa atlántica de América del Norte y el Golfo de México (Figura 2). Sin embargo, se ha introducido con éxito desde México hasta la Columbia Británica. La migración para el desove de los ejemplares se produce entre abril y junio, cuando los peces entran en hábitats de agua dulce (Page y Burr, 1991). Es un pez anádromo, poiquilotermo, (incapaces de regular su temperatura corporal) y estrictamente omnívoro. Los juveniles de esta especie se aclimatan entre los 4.4 °C y los 35 °C (Davies, 1970). En ciertas épocas del año (primavera - otoño), su pesca con fines deportivos está totalmente permitida (CONABIO, 2019).



Figura 2. Distribución de *Morone saxatilis* en la costa atlántica de América del Norte. Los colores indican la probabilidad de frecuencia (rojo= >80%; amarillo= <20%). Fishbase.org

En años recientes, en Ensenada, Baja California, México, se ha comenzado a cultivar lobina rayada mediante la crianza de alevines en tierra firme con un proceso de engorda mediante jaulas flotantes a mar abierto (maricultivo), y aunque solo existe una empresa dedicada a su reproducción y comercialización con fines alimenticios, su crianza en ambientes controlados ha sido satisfactoria.

Como ya se mencionó, *M. saxatilis* es una especie omnívora y necesita requerimientos proteicos provenientes de fuentes marinas, es por eso que durante la elaboración de las dietas se debe incluir harina y aceite de pescado de buena calidad. Uno de los principales problemas en la producción de alimentos balanceados para peces marinos es la obtención de proteína proveniente del mar, lo que ha originado sobrepesca de ciertos pelágicos menores como son la anchoveta y sardina donde aproximadamente del 30 al 40% del total es convertido en harina de pescado (Meyer, 2004). Si se quiere conseguir un metabolismo óptimo en los peces, es necesario que las dietas formuladas en base a la harina de pescado presenten un equilibrio de sus compuestos esenciales. Es por esto que los nutrientes requeridos por los peces para su crecimiento, reproducción y otras funciones fisiológicas provengan de un consumo rico en proteínas, lípidos, carbohidratos minerales, vitaminas y fuentes energéticas (Pokniak, 1997).

Dentro de las ventajas que se encuentran al utilizar alimentos balanceados en los cultivos, es el alto contenido proteínico (65% – 70%) que pueden incluir las dietas, siendo más ricos en aminoácidos esenciales como la lisina y la metionina; presentan un mayor volumen vitamínico; son de gran potencial en la adquisición de minerales como calcio, fósforo y hierro (Zaldívar, 2002). Uno de los aspectos importantes durante la elaboración de las dietas es que se deben proporcionar de una forma adecuada los ácidos grasos, ya que son fuente fundamental tanto de DHA como de EPA (Mata-Sotres *et al.*, 2018).

Las proteínas, además de su papel estructural, son necesarias como enzimas, hormonas, tampones, para el transporte, etc. También, son el componente fundamental (65% – 70%) del peso de la materia seca de los peces donde la mayor parte se encuentra en el músculo esquelético (Espinosa y Labarta, 1987). Debemos recordar que las proteínas están formadas por aminoácidos y estos suelen dividirse en no esenciales y esenciales. Es decir, aquellos que los organismos sintetizan y los que necesitan consumir de otras fuentes, por esto último radica su importancia. Consecuentemente, los ingredientes con niveles de proteína elevados como la harina de pescado, subproductos de origen animal y las harinas de oleaginosas llegan a abarcar del 50% al 70% de la composición de la fórmula (Treviño, 1995).

Existen distintos factores que determinan el grado proteínico de las dietas:

- 1) El grado de desarrollo del pez: ya que, durante las primeras etapas de su vida, los peces necesitan niveles altos de proteína que durante las fases adultas.
- 2) Función fisiológica: se necesita más proteína en una dieta para crecimiento rápido que en una de mantenimiento.
- 3) Calidad de proteína: si la proteína es deficiente en uno o más de los aminoácidos esenciales, producirá menor rendimiento y crecimiento.

- 4) Energía proveniente de la proteína de la dieta: si la dieta es deficiente en energía, el pez usará parte de la proteína para cubrir sus necesidades, reduciendo la cantidad de proteína presente en la dieta de crecimiento.
- 5) Alimento natural: si los organismos acuáticos naturales contribuyen significativamente en la alimentación diaria del pez, el nivel de proteína en la dieta preparada puede ser reducido.
- 6) Economía: el costo y disponibilidad de las fuentes de proteína son un factor principal en la determinación de la proteína que se utilizará en las dietas (Espinoza, 2007).

Cualquier pescado o marisco pueden ser utilizados como materia prima para elaborar harina. Se pueden clasificar tres categorías de materia prima:

- a) Pescado industrial, que por lo general se constituyen por especies pelágicas sin especial importancia para el consumo humano, por su abundancia y su fácil captura.
- b) Especies acompañantes, es decir, aquellas que son capturadas en las redes de arrastre “acompañando” a la especie principal de cardumen.
- c) Excedente de pescado y residuos de otras industrias como es el pescado no vendido y sus desperdicios como son la cabeza, esqueleto, espinas, vísceras, etc. (Ortiz, 2003).

Los lípidos en los peces, al igual que en otros organismos, desarrollan actividades fundamentales como reserva y provisión de energía metabólica en forma de adenosín trifosfato (ATP), por medio de la oxidación de los ácidos grasos que se lleva a cabo en las mitocondrias y en los peroxisomas (Sargent *et al.*, 2002). Entre los más relevantes se encuentran el ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6n-3), ácido eicosapentaenoico (EPA, 20:5n-3), ácido araquidónico (ARA, 20:4n-6), ácido linolénico (LNA 18:3n-3) y linoleico (LOA, 18:2n-6), (Glencross, 2009). Los niveles de lípidos en las dietas pueden variar entre el 5% – 13% siempre y cuando los requerimientos de los ácidos grasos esenciales sean suplidos en las dietas (Rodríguez *et al.*, 2004, Mata-Sotres *et al.*, 2018). Inclusive, en especies como la lobina europea *Dicentrarchus labrax*, se han estudiado fluctuaciones en los niveles de lípidos, esto de manera estacional y en época reproductiva (Kavadias *et al.*, 2003).

La funcionalidad principal de los carbohidratos es la de ser combustibles metabólicos. A pesar de su importancia en las dietas, los carbohidratos no tienen requerimientos específicos pero la presencia de carbohidratos solubles en la dieta de los peces puede proveer una buena y económica fuente de energía (Gatlin, 2000), en gran medida esto se debe a:

- 1) Los hábitos alimenticios carnívoros/omnívoros de la mayoría de las especies de peces de cultivo. Por ejemplo, en los países occidentales los salmónidos, lobinas y otras especies son deseadas por un mercado consumidor apoyando así a la expansión de las industrias acuícolas promoviendo a los agricultores para que los granos o productos de granos sean las principales fuentes de carbohidratos en las dietas para los peces cultivados (Tacon, 1993).

- 2) La habilidad de los peces para satisfacer sus requerimientos energéticos a partir del catabolismo únicamente de proteínas y lípidos, si es necesario (Espinoza, 2007). Por ejemplo, la corvina roja fue capaz de tolerar arriba del 42% de dextrina en la dieta mientras que el jurel prefirió bajas concentraciones de carbohidratos solubles (10%), (Serrano *et al.*, 1992; Shimeno, 1991).

Los carbohidratos son utilizados en las dietas de pescado como fuentes de energía y por sus propiedades de unión, además, los almidones, pectinas y hemicelulosas poseen características de unión a los pellets obteniendo un rol de gran importancia para los fabricantes de piensos (Krogdahl, 2004).

Otro punto de interés comercial radica en el crecimiento de los peces, y es que es indispensable que durante su cultivo obtengan un crecimiento alométrico equilibrado. Nehemia *et al.* (2012), mencionan que si el peso y la longitud es igual a tres se produce un patrón de crecimiento isométrico.

El análisis de los datos entre peso y talla va dirigido hacia dos objetivos:

- 1) Para describir matemáticamente la relación entre longitud y peso, principalmente para que uno pueda convertirse en el otro.
- 2) Para medir la variación del peso esperado para la longitud de los peces individuales o grupos relevantes de individuos como indicaciones de gordura, "bienestar" general, desarrollo de gónadas, etc. (Le Cren, 1951).

El cultivo de *M. saxatilis*, es una industria que apenas comienza en el noroeste del país, la cual tiene un gran potencial para proyectar la acuicultura tanto en la región como en el país. En México, únicamente existe una compañía dedicada a la crianza de la lobina rayada. Además, pese a la importancia de la especie, en la literatura se encuentran muy pocos trabajos relacionados a los requerimientos proteicos de la especie (Gallagher, 1994; Blaufuss y Trushenski, 2012). Siendo la mayoría enfocados a la cruce híbrida de lobina rayada (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*).

Es por esto que el objetivo de la presente investigación plantea evaluar el desempeño (crecimiento en peso y talla) de juveniles *Morone saxatilis* a partir de diferentes niveles de proteína ajustando raciones alimenticias para cubrir el requerimiento diario proteico y poder proporcionar nuevas técnicas de cultivo mediante el suministro adecuado de alimento.

Antecedentes

Arce y Luna-Figueroa (2003), evaluaron el efecto de alimentos con diferente concentración proteica sobre la tasa de crecimiento de crías del bagre de balsas *Ictalurus balsanus*. Los resultados más significativos entre el peso y la longitud total se obtuvieron con una dieta enriquecida al 53.57% de proteína obteniendo una ganancia en peso de 32.10 mg/día y en longitud total con 0.30 mm/día. Mientras que las dietas con 39.12% y 31.13% de proteína, no presentaron diferencias significativas. Además, las tasas de crecimiento absoluto (TCA), tasas de crecimiento relativo (TCR) y las tasas de crecimiento estándar (TCE) fueron significativamente diferentes con la dieta de 53.57%. Los autores concluyeron que la concentración óptima de proteínas en la dieta de *I. balsanus*, permitirá maximizar el crecimiento y obtener tallas mayores en menor tiempo y con menos costo económico.

Por otro lado, Dionicio *et al.* (2017), evaluaron el crecimiento, composición proximal y perfil de ácidos grasos muscular de juveniles de *Anisotremus scapularis* alimentados con cuatro dietas comerciales para tener así una aproximación sobre sus requerimientos nutricionales. Las dietas comerciales se identificaron por su contenido proteico: 50% (DF – 50), 48% (DM – 48), 44% (DT – 44) y 40% (DT – 40). Bajo evaluaciones biométricas demostraron que hubo un mayor crecimiento con la dieta DM – 48. Sin embargo, la relación talla – peso y consumo de alimento – talla fueron similares entre los cuatro tratamientos. Por otro lado, menores concentraciones de proteína y mayores de lípidos se obtuvieron en el músculo de juveniles de *A. scapularis* alimentados con las dietas DM – 48 y DF – 50 respectivamente. En donde se determinaron que los mejores resultados de crecimiento, factor de condición, factor de conversión alimenticia y sobrevivencia se obtuvieron con dietas con un contenido del 48% y 50% de proteína. También dictaminaron que la posibilidad de que una dieta con 48% de proteína, 14,5% de lípidos y elevadas concentraciones de ácidos grasos altamente insaturados (DHA, EPA y ARA) sería el punto de partida para la formulación de alimentos formulados que logren cubrir los requerimientos nutricionales, optimizando su crecimiento y mejorando la sobrevivencia.

Cowey (1996), menciona que el mayor requerimiento de proteína y aminoácidos en peces es debido a su bajo requerimiento de energía no proteica; es decir, debido a que las actividades de las enzimas tisulares que desaminan los aminoácidos esenciales no se adaptan a la reducción en el consumo de proteína en los alimentos. También comenta que algunos experimentos efectuados con dietas conteniendo grandes cantidades de aminoácidos mostraron que, para un máximo crecimiento, los aminoácidos esenciales deben de constituir al menos el 50% del componente proteico. Las tasas de síntesis proteica en el músculo del pez son menores que en el músculo de los mamíferos (se encuentran tasas de síntesis mayores en otros tejidos de los peces), pero mucha de la proteína sintetizada en el músculo del pez se retiene ahí mismo.

En otro trabajo realizado por Viana *et al.* (2011), determinaron la respuesta biológica de *Oreochromis spp.* al sustituir la harina de pescado por harinas de caña proteínica (HCP). Formularon cuatro dietas (T0, 0%; T14, 14%; T16, 16%; y T18, 18%) indicando que para T0 y T14 no hubo diferencias significativas en peso final, tasa de crecimiento, tasa de eficiencia proteínica, factor de conversión y eficiencia alimenticia. Sin embargo, los peces

en los tratamientos T16 y T18 mostraron un menor desempeño. Concluyendo que se puede incluir hasta 14% de la harina de caña proteínica en dietas para la engorda de tilapia roja sin afectar los indicadores productivos.

Poniak *et al.* (2004), evaluaron la respuesta productiva y el costo alimentario de cada kilo de peso ganado en *Oncorhynchus kisutch* alimentados con diferentes proporciones de proteína y lípidos en sus dietas durante su etapa de engorda final. Se emplearon tres tratamientos con dos repeticiones cada uno. Los peces del tratamiento control recibieron una dieta con 45% de proteína y 22% de lípidos; los del tratamiento 2, una dieta que contenía 43% de proteína y 26% de lípidos, y los del tratamiento 3, una dieta con 40% proteína y 30% lípidos. En general, los peces alimentados con la dieta 2 tuvieron mejores resultados con una ganancia de 4,179 g a comparación que la dieta control y la dieta tres con ganancias de 3,911 g y 4,078 g respectivamente. Las dietas con mayor contenido graso originaron un mayor depósito de grasa peri-visceral. Sin embargo, el tratamiento 2 resultó ser el más caro (\$675), por concepto del gasto en alimento por kilo ganado de salmón, que el tratamiento control (\$627) y el tratamiento 3 (\$625).

Alcalá *et al.* (2016), trabajaron con juveniles de pargo (*Lutjanus guttatus*) determinando los efectos de la temperatura (24 °C, 29 °C y 34 °C) y la salinidad (15, 25, 35, 45 ppm) sobre su crecimiento y supervivencia. Los resultados mostraron que hay diferencias significativas en la interacción salinidad – temperatura. La mayor tasa específica de crecimiento se determinó en el tratamiento de 34 °C y 15 ppm y la mayor ganancia en peso medio se obtuvo en el tratamiento de 34 °C y 25 ppm. Encontraron a su vez que conforme va aumentando la salinidad y la temperatura, los niveles de mortalidad aumentan ya que estas altas concentraciones no solo alteran la activación de las hormonas de la osmorregulación, sino también el consumo de alimento y el metabolismo.

Webster *et al.* (1995), colocaron lobinas juveniles híbridas (*M. saxatilis x M. chrysops*) con un peso promedio de 125 g en 24 jaulas flotantes (en promedio, 200 peces por jaula), los organismos fueron alimentados con una de las 8 dietas prácticas formuladas para contener varios porcentajes de proteína (29%, 36%, 41% y 46%). Cada nivel de proteína se formuló con dos niveles de lípidos: bajo (entre 6,5% y 9,8%) y alto (entre 13,3% y 17,1%). Los resultados que obtuvieron fue que el aumento de peso y las tasas de crecimiento específicas se vieron mayormente reflejadas en las dietas que contenían 41% y 46% de proteínas (99 y 116 mg de proteína/kcal, respectivamente) que las dietas con 29% y 36% de proteína (67 y 82 mg de proteína/kcal, respectivamente). La proteína de la dieta y el nivel de energía afectaron el porcentaje muscular, la grasa abdominal, el índice hepatosomático, la composición corporal, el requerimiento proteico diario y el nivel energético. Estos datos sugieren que las lobinas juveniles requieren una dieta que contenga un 41% de proteínas o una proporción de proteína a energía superior a 99 mg de proteína/kcal, cuando la harina de pescado comprende el 56% de la proteína de la dieta.

Lisboa *et al.* (2015), determinaron el crecimiento y el rendimiento metabólico de juveniles de lebranche (*Mugil liza*). Sus resultados mostraron que la salinidad influyó en el crecimiento de los peces. Los que fueron criados bajo la salinidad de 24‰ crecieron mejor que aquellos que se mantuvieron en agua dulce. La actividad de la bomba sodio – potasio,

del ATPasa y el consumo de oxígeno en todo el cuerpo mostraron una respuesta tipo “U” en el rango de salinidades analizadas, y los valores más bajos observados fueron en las salinidades intermedias. Aunque no observaron una diferencia significativa en el contenido de glucógeno hepático en diferentes salinidades, aumento junto con la salinidad. Estos hallazgos indican que la demanda de energía para la osmorregulación en *M. liza* juvenil se puede minimizar en condiciones isoosmóticas. Sin embargo, la cantidad de energía ahorrada no es suficiente para mejorar el crecimiento de los peces. Los resultados también sugieren que *M. liza* puede alternar entre diferentes sustratos ricos en energía durante la aclimatación a la salinidad ambiental.

Objetivos

General

- Evaluar el desempeño de juveniles de *Morone saxatilis* alimentados con diferentes raciones ajustadas a partir de cuatro dietas caracterizadas por su diferente porcentaje en proteínas y criadas a tres distintas temperaturas.

Particulares

- Elaborar dietas extruidas con cuatro diferentes porcentajes de proteína.
- Determinar las raciones diarias con base a los niveles de proteína por tratamiento.
- Determinar el desempeño de los organismos a partir de las diferentes dietas experimentales.
- Determinar los índices hepatosomáticos y viscerosomáticos a partir de las diferentes dietas experimentales.

Metodología

1. Elaboración de las dietas

1.1 Formulación

Se elaboraron cuatro dietas, y fue de suma importancia que los ingredientes utilizados en cada una contengan la correcta determinación de los compuestos esenciales, es por eso que en la Tabla 1 se muestra las concentraciones de los ingredientes para la elaboración de las dietas. La fuente proteica vendrá principalmente de la harina de ave y pescado, así como del aceite de este último.

Tabla 1. Formulación y composición de las cuatro dietas experimentales (53%, 49%, 46% y 43%) para *M. saxatilis*.

	53%	49%	46% (Control)	43%
INGREDIENTES				
Harina de ave	38.5	36	33.5	31
Harina de pescado	40	38	35	32.7
Aceite de pescado	3.6	3.3	3	2.7
Almidón NATIONAL STARCH	11.55	16.85	23.07	28.65
ROVIMIX (mezcla de vit. y min.)	3.6	3.3	3	2.7
Stay c	0.48	0.44	0.4	0.36
Cloruro de colina	0.108	0.099	0.09	0.081
Benzoato de sodio	0.23	0.207	0.23	0.207
DHA Natur	1.93	1.80	1.70	1.59
BHT	0.01	0.009	0.01	0.09
Composición Proximal				
Proteína	53.02%	50.0%	46.27%	43.04%
Lípidos	14.53%	13.58%	12.55%	11.57%

El almidón que se utilizó fue *National Starch Food Innovation®* de la marca CPIMEX®, que servirá como aglutinante de los pellets y como fuente de carbohidratos. Las vitaminas y los minerales se integraron a las dietas gracias al *ROVIMIX* y al *STAY-C* de la marca DSM®. También se adicionó cloruro de colina que sirve para la formación de sustancias corporales vitales como la conversión de grasa y de algunas reacciones metabólicas. Para el control microbiano y evitar la formación de levaduras y bacterias se adicionó el benzoato de sodio. El BHT (Butil-hidroxitolueno), es un antioxidante empleado en los alimentos para proteger el sabor y el color al prevenir la oxidación de las grasas y el ácido docosahexaenoico (DHA), el cual es un ácido graso esencial poliinsaturado de la serie omega-3 será administrado gracias al producto DHA Natur®.

2. Análisis Proximal

2.1 Determinación de proteína

Existen muchos métodos para determinar por micronutrientes el porcentaje proteínico de los alimentos, pero en este trabajo se utilizó la Metodología de Kjeldahl (1883). Se molieron aproximadamente 50 g de cada una de las cuatro dietas a 11,000 rpm durante 55 segundos. Este proceso se realizó en un molino de carga con cámaras de molienda descartables de marca IKA® modelo *Tube Mill Control®*. De esta molienda se utilizó un gramo por duplicado de cada una de las cuatro dietas. Las muestras se pesaron en la balanza SARTORIUS® modelo CP224 S, y se envolvieron en pañuelos libres de nitrógeno de la marca KIMWIPES®.

Se utilizaron dos catalizadores en las muestras; el sulfato de potasio (Na_2SO_4), que aumenta el punto de ebullición del ácido sulfúrico mientras que el sulfato cúprico (CuSO_4) aumentó la velocidad y la eficiencia de la digestión. Ambos reactivos pertenecen a la marca JALMEK® y se le colocaron a cada muestra 4.87 g de Na_2SO_4 y 0.075 g de CuSO_4 mientras que del H_2SO_4 se usaron 12 ml. Todo eso se colocó dentro de ocho probetas para digestión con capacidad de 250/400 ml Ø 42 mm; los tubos se marcaron según la muestra a determinar.

Las probetas se colocaron en el digestor automático DKL 12 *Heating Digester*® a 480 °C por un tiempo de 60 minutos. Durante el proceso se van eliminando emisiones contaminantes los cuales son capturados por la *Bomba JP*® y la unidad *Scrubber SMS*® que se encargan de condensar y neutralizar dichas emisiones. Para la titulación, valoración y determinación de nitrógeno proteínico de cada una de las muestras digeridas se utilizó *El Sistema De Destilación Y Titulación Completamente Automático* UDK 159®. Este sistema utiliza el hidróxido de sodio, agua destilada y ácido bórico como reactivos para dichas funciones recién mencionadas. Cabe mencionar que las probetas y los aparatos usados para la digestión y titulación en esta prueba pertenecen a la marca VELP SCIENTIFICA®

2.2 Determinación de lípidos

Para determinar la composición proximal de los lípidos se utilizó la metodología propuesta por Folch *et al.* (1957). En viales de vidrio de 5 ml se colocaron aproximadamente 0.20 mg (Peso Inicial) de la dieta molida y por duplicado. A cada vial se le agregó 1 ml de solución extractora compuesta por Metanol – Diclorometano (2:1), esto con ayuda de una jeringa de la marca HAMILTON® con dicha capacidad. Para homogeneizar la dieta y la solución extractora, los viales se colocaron en un agitador *Vortex-Genie 2* de la marca SCIENTIFIC INDUSTRIES® durante dos minutos a 1,120 rpm (nivel 3) para después meterse en refrigeración por 24 horas a una temperatura de 4 °C. Pasado dicho tiempo, los ocho viales se colocaron nuevamente al *Vortex* por 20 segundos e inmediatamente se centrifugaron a 3,500 rpm por 10 minutos a 20 °C. La centrifugadora usada en este método fue la *Centrifugate 5702 R* de la marca EPPENDORF®.

Con ayuda de la misma jeringa, se extrajo de los viales solo la solución acuosa sin remover residuo alguno pasándola a otro vial marcado y sin pesar. Entre cada extracción, la jeringa se enjuaga con hexano y agua destilada para evitar contaminación entre las muestras y en los resultados. Este procedimiento se repitió dos veces más con la solución extractora Metanol – Diclorometano (1:1). A los viales con la solución acuosa se les agregó 1 ml de agua destilada y una gota de HCl al 0.6 n, repitiendo el proceso de homogeneización y de centrifugación. Posteriormente y con mucho cuidado, se extrajo la solución acuosa inferior de los viales (solución oscura) procurando no extraer la fase acuosa superior pasando esta solución (lípidos) a otros viales pesados y marcados (Peso Vial). A estos últimos viales se les agregó nitrógeno de manera gradual para remover todo el oxígeno de la solución, esto se hizo hasta que se eliminara todo el oxígeno de la fase acuosa y conseguir así una consistencia semi sólida (15 – 20 m/muestra). Una vez más se pesaron los viales (Peso Final). Para obtener el porcentaje proximal de lípidos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\underline{\underline{\% \text{ Lípidos} = [(\text{Peso Final} - \text{Peso Vial}) / \text{Peso Inicial}] * 100}}$$

2.3 Determinación de humedad

Esta es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesamiento, control y conservación de los alimentos, puesto que el contenido de humedad en un alimento es, frecuentemente, un índice de estabilidad del producto ya que existe una relación, aunque imperfecta, entre el contenido de agua en los alimentos y su capacidad de deterioro (Zumbado, 2004). Para este porcentaje se colocaron 2 g de muestra molida por triplicado en charolas pequeñas de aluminio (pesadas con anterioridad). Sumando ambos pesos se obtuvo el Peso Inicial. Las 12 muestras se colocaron dentro de la estufa Thelco 9609-012 Modelo 130 de la marca THELCO LABORATORY OVEN® a una temperatura de 100 °C por 24 horas. Las muestras secas se pasaron a un desecador lo más rápido posible para que estas no reabsorbieran humedad de la atmósfera y, a su vez, las charolas de aluminio se enfriaron. Ya frías, se pesaron de manera rápida para obtener el Peso Final. El porcentaje de humedad se calculó con la siguiente fórmula:

$$\underline{\% \text{ Humedad} = [(\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}) / \text{Peso Inicial}] * 100}$$

2.4 Determinación de cenizas

Determinar las cenizas de los alimentos nos indica el contenido total de minerales y materia inorgánica, es decir, microelementos que cumplen funciones metabólicas importantes en el organismo. Además, permite detectar posibles contaminaciones metálicas en los alimentos, las cuales pueden ocurrir durante el proceso de producción (Zumbado, 2004). Por triplicado, se colocaron 2 g de muestra en crisoles de porcelana calcinadas con anterioridad; una vez más, ambos pesos se sumaron para obtener el Peso Inicial. Por cuatro horas, los crisoles se colocaron en la mufla *Furnace 62700* de la marca BARNSTEAD-THERMOLYNE® a una temperatura constante de 550 °C. Los crisoles se pasaron a un desecador para un rápido enfriamiento, pesándolos después para la obtención del Peso Final. El porcentaje de cenizas se calculó con la siguiente fórmula:

$$\underline{\text{Diferencia} = \text{Peso inicial (crisol + muestra)} - \text{Peso final (crisol + muestra)}}$$

$$\underline{\% \text{ Cenizas} = (\text{Diferencia} * 100) / \text{Peso inicial de la muestra}}$$

3. Bioensayo

3.1 Preparación de estanques

El IIO, ubicado en la U.A.B.C., cuenta con áreas designadas para la crianza de peces y camarones, una de ellas es conocida como “Plataforma de cultivo” (Figura 3). Esta es un área cerrada y techada para tener un mejor control de los experimentos y para proteger a los organismos de posibles depredadores. La Plataforma posee cinco sistemas individuales con doce estanques de 500 litros de capacidad. Cada sistema cuenta con su propio reservorio de agua con capacidad de 1000 L, un skimmer, un flujo de aireación, un controlador de temperatura, un biofiltro, un sistema UV un sistema de recirculación de agua. Cada sistema está enumerado y para este experimento se utilizaron los asignados con los números uno, tres y cinco.



Figura 3. Sistema cerrado de la plataforma.

Antes de la llegada de los juveniles de *M. saxatilis*, se prepararon 36 estanques asegurando su buen funcionamiento. Posteriormente, se verificó que el biofiltro, el cual está constituido por unas “cuentas” de plástico de 0.5 cm conocidas como beads, las cuales sirven para la crianza de bacterias nitrificantes, funcionara correctamente. Antes de ingresar los organismos a cada uno de los sistemas, los biofiltros deben ser madurados, es decir, tener una comunidad bacteriana lo suficientemente estable que sea capaz de retirar los compuestos nitrogenados del agua. Para lograr esto, se agregaron 7.5 g de NH_4Cl en el reservorio de los tanques cada tercer día suspendiendo esta actividad hasta el arribo de los peces en su respectivo sistema.

3.2 Aclimatación de la lobina

Los juveniles de *M. saxatilis* fueron donados por una empresa dedicada a su cultivo con temperaturas que oscilan los 18 °C y una salinidad que ronda los 15 ppm, es por esto, que se ajustó el sistema tres con estos parámetros, las cuales fueron considerados durante el experimento para evitar un shock o estrés térmico a los peces.

Una vez su llegada, se mantuvieron dentro de estos parámetros por dos días para después, subir la salinidad de manera gradual (5 ppm cada tercer día) hasta alcanzar la salinidad del agua de mar (34 – 36 ppm), mientras que la temperatura se subió solo a los 20 °C. Se hizo el mismo procedimiento en el sistema uno. Mientras que al sistema cinco no se le hizo ajuste alguno, pues se pretendía que tuviera las condiciones de temperatura y salinidad presentes en ese momento en la bahía. Cuando se alcanzaron dichos parámetros, se repartieron 15 organismos por estanque. Nuevamente, se ajustaron las temperaturas (2 °C cada dos días) en los sistemas uno y tres para alcanzar los 26 °C y los 22 °C respectivamente. Los datos en salinidad, temperatura y oxígeno disuelto de cada tanque se midieron con una sonda multiparamétrica YSI Pro 2030; de igual manera, los parámetros de nitritos y amonio se tomaron una vez por semana con un kit “*Mars Fishcare North America. Inc.*”

3.2.1 Segunda fase experimental (Prueba a 20 °C)

Se colocaron ocho peces por tanque ajustando pesos promedio de 10.05 ± 0.08 g para evitar una posible dominancia. La temperatura se mantuvo entre los 20 °C y esta vez solo se usó un sistema (Sis-1). Las dietas se repartieron por orden, pero de manera contraria a la primera fase experimental. Es decir, la dieta a 43% estuvo en los tanques 1, 5 y 9; la dieta control entre los tanques 2, 6 y 10; la dieta concentrada al 49% para los tanques 3, 7 y 11 mientras que la formulada al 53% se repartió entre los tanques 4, 8 y 12.

3.3 Biometría

Cada 15 días, se realizaron biometrías en cada uno de los tanques. De manera individual los juveniles de *M. saxatilis* se pesaron en la balanza OHAUS SCOUT PRO modelo SP2001AM de la marca OHAUS®, obteniendo al final el Peso Total por tanque. Dichas biometrías servirán para ajustar las raciones alimenticias en relación a la biomasa de los tanques

3.4 Raciones

La ración alimenticia que da la empresa donadora durante la etapa inicial de los peces es del 6% de biomasa total. Tomando ese porcentaje como referencia, la dieta control formulada al 46% fue el punto de partida reajustando la ración diaria para cada tanque según la siguiente fórmula:

$$\text{Ración Diaria} = \text{Peso Total} * \text{PEPD}$$

en donde el Porcentaje Equivalente de Proteína por Dieta (PEPD) quedó distribuido de la siguiente manera: 53% (0.052); 49% (0.056); 46% (0.060) y 43% (0.064).

La distribución de las dietas entre los tanques se hizo de manera porcentual (de mayor a menor formulación) y por triplicado, siguiendo el mismo patrón para los tres sistemas para evitar cualquier posible confusión. En donde la dieta formulada al 53% se repartió entre los tanques 1, 5 y 9; la dieta con el 49% estuvo en los tanques 2, 6 y 10; la dieta control entre los tanques 3, 7 y 11; y, por último, la dieta del 43% quedó en los tanques 4, 8 y 12.

4. Desempeño

4.1 Análisis de rendimiento

La finalidad de este trabajo fue evaluar el desempeño de juveniles de *M. saxatilis* a tres distintas temperaturas y la ganancia de peso es el referente principal de esta investigación, por lo que su totalidad porcentual se determinó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ De ganancia de peso} = 100 * (\text{Peso Individual Final} / \text{Peso Individual Inicial})$$

Se determinó el crecimiento influenciado por la temperatura (TGC, por sus siglas en inglés) con la siguiente fórmula:

$$\text{TGC coeficiente de crecimiento térmico} = [(\text{Peso Final } 1 / 3 - \text{Peso Inicial } 1 / 3) / (^\circ\text{C} * \text{Días})] * 1000$$

En este trabajo no se hizo el cálculo del consumo alimenticio por residuos, más bien, fue el consumo total del alimento durante el experimento. Este se calculó gracias a:

$$FI \% \text{ Consumo de alimento} = 100 * [(RI * 15) + (RF * 15)] / [(PIT + PFT) / RD / T$$

En donde RI es la ración inicial del tanque; RF es la ración final del tanque; PIT es el peso inicial total del tanque; PFT es el peso final total del tanque; RD es el número de veces que se alimentaban por día y T es el tiempo de duración del experimento.

Para determinar el consumo alimenticio y la ganancia en Kg, se utilizó la siguiente formula:

$$FCR = \text{media del FI} / \text{media del peso final individual}$$

El incremento porcentual por día de los juveniles de *M. saxatilis* se determinó gracias a la ecuación de la tasa de crecimiento específico (SGR por sus siglas en inglés), en donde PFI es el peso final por individuo y PII es el peso inicial por individuo:

$$SGR = 100 * (\text{Log. PFI} - \text{Log. PII}) / T$$

El índice hepatosomático es uno de los parámetros utilizados en la acuicultura para evaluar las modificaciones de las reservas energéticas (Introzzi y Duhalde, 1986), y junto al índice viscerosomático, reflejan el estado de salud de los peces, el metabolismo de los lípidos y la buena calidad de los ingredientes en las dietas. Estos índices se midieron bajo las siguientes formulas:

$$\text{Índice hepatosomático (HSI)} = 100 * (\text{peso del hígado} / \text{peso corporal total})$$

$$\text{Índice viscerosomático (VSI)} = 100 * (\text{peso de las vísceras} / \text{peso corporal total})$$

$$\% \text{ grasa} = \text{promedio de grasa} / \text{promedio de peso final}$$

Y el factor de condición en peces, se refiere a la relación volumétrica en función del peso, dicho factor puede indicar el estado nutritivo de los organismos y, en cultivo, es útil para comparar y cuantificar numéricamente la condición o estado en que el pez se encuentra pudiendo asociarse a una valoración de la contextura o estado de delgadez o gordura (García y Cerezo, 2003). El rango en este factor será el descrito en Nehemia *et al.* (2012):

$$\text{Factor de Condición (CF)} = 100 * (PFI / LFI^3)$$

5. Estadística

Los resultados se sometieron a un análisis de ANOVA de una vía, seguidas de una prueba de Tukey en caso de haber diferencias significativas. Para todos los casos, el nivel de significación fue determinado con base en un nivel alfa de 0.05 ($p < 0.05$). Los análisis estadísticos y de varianza se realizaron gracias al programa *SigmaStat 3.5*.

Resultados

1. Elaboración de la dieta

Durante el proceso de extrusión se consideraron dos factores importantes para cada dieta: la densidad y la humedad (Tabla 2).

Tabla 2. Factores durante la elaboración de las dietas.

Dieta	Harina		Salida extrusora		Secador	
	Densidad (kg/l)	Humedad (%)	Densidad (kg/l)	Humedad (%)	Densidad (kg/l)	Humedad (%)
53%	0.580	6.82	0.570	15.56	0.515	2.98
49%	0.580	6.88	0.545	15.40	0.460	2.81
46%	0.560	7.80	0.540	17.32	0.460	4.93
43%	0.560	7.78	0.535	13.68	0.445	1.74

Al final de su elaboración, la dieta control obtuvo un mayor porcentaje de humedad alterando su flotabilidad y hundimiento. La prueba de velocidad de hundimiento en la dieta control fue de 5.45 cm/s mientras que en las tres restantes obtuvieron un promedio de 4.36 cm/s.

1.1 Análisis proximal

De acuerdo al resultado de los proximales proteínicos, la dieta con el 53% fue la más exacta en acorde a su formulación; 49% y 46% fueron uno por ciento más elevadas mientras que la dieta con el 43% obtuvo un aumento proteínico del dos por ciento. En lípidos, los resultados fueron los mismos en su formulación exceptuando en la dieta de 53%, donde estuvo bajo solamente por uno por ciento. (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis proximal de las dietas extruidas para *M. saxatilis*.

	53%	49%	46%	43%
Proteína	53.345 ± 0.025	51.710 ± 0.880	47.280 ± 0.310	45.315 ± 0.645
Lípidos	13.516 ± 0.811	13.289 ± 0.975	12.384 ± 2.153	11.015 ± 1.127
Humedad	1.612 ± 0.018	1.937 ± 0.038	2.711 ± 0.021	2.587 ± 0.004
Cenizas	3.677 ± 0.202	3.631 ± 0.109	3.853 ± 0.151	3.811 ± 0.124

2. Bioensayo

2.1 Aclimatación de la lobina

Se usaron 140 juveniles de *M. saxatilis* de un stock de mantenimiento para ajustar el total de 540 organismos usados para este experimento, esto se debió a que solo se recibieron 400 juveniles de lobina rayada y, para que no existiera una diferencia tan marcada entre los promedios, se repartieron dos peces chicos por uno de mantenimiento (2:1). La tabla 4 muestra dicho reacomodo de los peces por sistema y por cada uno de los tanques.

Tabla 4. Pesos iniciales por tratamiento y distribución por tanque de juveniles de *M. saxatilis*.

26 °C												
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12
P. I. (g)	110.0	102.0	108.0	115.0	104.0	114.0	106.0	104.0	107.0	103.0	111.0	114.0
\bar{x}	36.67	34.00	36.00	38.33	34.67	38.00	35.33	34.67	35.67	34.33	37.00	38.00
D. E.	26.50	22.54	23.52	28.31	21.96	28.62	25.74	22.94	27.15	23.18	27.73	31.18
22 °C												
P. I. (g)	109.0	105.0	108.0	112.0	112.0	110.0	114.0	121.0	105.0	110.0	114.0	104.0
\bar{x}	36.33	35.00	36.00	37.33	37.33	36.67	38.00	40.33	35.00	36.67	38.00	34.67
D. E.	26.56	25.24	24.33	28.36	27.47	25.42	27.73	32.93	26.06	25.42	29.51	25.48
18 °C												
P. I. (g)	97.0	92.0	90.0	87.0	89.0	91.0	97.0	89.0	103.0	92.0	94.0	94.0
\bar{x}	32.33	30.67	30.00	29.00	29.67	30.33	32.33	29.67	34.33	30.67	31.33	31.33
D. E.	17.10	13.32	13.00	13.86	12.90	15.01	19.73	15.14	21.46	17.21	16.20	14.74

P. I. = peso total inicial

\bar{x} = promedio

D. E. = desviación estándar

La temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto se mantuvieron constantes a lo largo del experimento, lo que no presento problema alguno (Tabla 5), de igual manera el amonio y los nitritos se mantuvieron estables gracias al biofiltro y los retro-lavados semanales; la remoción de las heces y el alimento sobrante del fondo de los tanques (sifoneo) mantuvo el agua libre de turbidez.

Tabla 5. Parámetros en la calidad del agua.

Parámetros	26 °C	22 °C	18 °C
°C	26.05 ± 0.10	21.92 ± 0.06	19.35 ± 0.07
ppm	36.15 ± 0.06	34.61 ± 0.04	35.01 ± 0.02
O ₂	5.97 ± 0.03	6.36 ± 0.03	6.96 ± 0.02
NO ₂ (mg/l)	0.25	0.0	0.25
NH ₄ (mg/l)	0.50	0.50	0.50

Se debe recordar que esta investigación tuvo como objetivo determinar el crecimiento de juveniles de *M. saxatilis* con diferentes raciones a distintas temperaturas y no una comparación de estas. Es por eso que se presentaron los resultados del apartado "Desempeño" por separado y por un orden jerárquico de temperaturas.

3. Desempeño

3.1 Prueba a 26 °C

Al terminar la fase experimental y, aunque se haya registrado el 12.78% de mortalidad total, las cuatro dietas presentaron resultados positivos.

La ganancia en peso total fue del 46.22 ± 5.47% donde se destacaron los tratamientos 53% y 49%. Los juveniles alimentados bajo la dieta formulada al 53% registraron una ganancia corporal del 65.55 ± 6.57%; mientras que, los que se alimentaron con la dieta a 49%

obtuvieron el $57.43 \pm 5.31\%$, las dietas formuladas al 46% y 43% no alcanzaron el 40% de dicha ganancia. En cuanto al crecimiento, la ganancia promedio fue del $67.83 \pm 0.36\%$ distribuidos entre los cuatro tratamientos (Tabla 6). La dieta formulada al 49% presentó una diferencia significativa ($p = <0.05$) en comparación a las demás reportando el $86.75 \pm 4.96\%$ de ganancia por peso individual, uno de los crecimientos térmicos más acelerados con un 0.56 ± 0.03 y considerándose así, como el mejor resultado de las tres pruebas. Esta misma dieta obtuvo un bajo consumo alimenticio ya que el FCR muestra un 0.37 ± 0.02 g. La tasa de crecimiento específico (SGR) junto a la ganancia en peso se adjudica a un requerimiento alimenticio aceptable. El peso promedio del HSI fue de 17.03 ± 1.19 mientras que, la acumulación de grasa fue del 3.34 ± 0.23 .

En relación a la dieta formulada al 53% se registró el $77.68 \pm 3.91\%$ en ganancia de peso; el consumo alimenticio fue el más bajo y el FCR fue de 0.37 ± 0.01 g, igual que la dieta anterior. El TGC fue acelerado con un 0.51 ± 0.02 y el SGR fue bajo en comparación a la dieta anterior, obteniendo un 1.91 ± 0.07 . En cuanto a la acumulación de grasa, se registró el 3.05 ± 0.31 de peso corporal.

Tabla 6. Desempeño de juveniles de *M. saxatilis* alimentados con cuatro dietas con diferentes niveles de proteína (53%, 49%, 46% y 43%) durante 30 días a 26 °C.

Índices	53%	49%	46% (Control)	43%	p
Peso Inicial (g)	7.13 ± 0.12	7.09 ± 0.26	7.22 ± 0.10	7.40 ± 0.24	0.674
Peso Final (g)	12.66 ± 0.10	13.26 ± 0.76	11.62 ± 0.16	10.87 ± 0.78	0.062
% Ganancia Peso	77.68 ± 3.91^d	86.75 ± 4.96^{cd}	60.95 ± 2.36^b	46.88 ± 8.75^{ab}	0.004
TGC	0.51 ± 0.02^d	0.56 ± 0.03^d	0.42 ± 0.01	0.33 ± 0.06^{ab}	0.007
FI	4.63 ± 0.02^c	4.88 ± 0.02^c	5.30 ± 0.07^b	6.44 ± 0.08^a	<0.001
% Grasa	3.05 ± 0.31	3.34 ± 0.23	3.45 ± 0.22	3.67 ± 0.43	0.592
SGR	1.91 ± 0.07^a	2.08 ± 0.08^a	1.59 ± 0.05^b	1.27 ± 0.20^c	0.005
HSI	1.81 ± 0.10	2.25 ± 0.12	2.72 ± 0.06	2.64 ± 0.47	0.121
VSI	6.82 ± 0.55	6.50 ± 0.48	7.39 ± 0.06	6.65 ± 0.72	0.644
FCR	0.37 ± 0.01^d	0.37 ± 0.02^c	0.46 ± 0.01^b	0.60 ± 0.04^a	0.024
CF	1.11 ± 0.01	1.10 ± 0.03	1.12 ± 0.03	1.06 ± 0.04	0.609
% Supervivencia	93.33 ± 1.5	84.44 ± 3.5	86.67 ± 3.0	84.44 ± 3.5	0.227

TGC= Índice de crecimiento térmico

FI= Consumo alimenticio

SGR= Tasa de crecimiento específico

HSI= Índice hepatosomático

VSI= Índice viscerosomático

FCR= Factor de conversión de alimento

CF= Factor de condición

Se realizó una comparación entre los tratamientos para evaluar una frecuencia en cuanto a la ganancia en peso de los juveniles de *M. saxatilis* (Figura 4). La agrupación 5.1 – 10.0 g fue la más poblada registrando el $57.32 \pm 0.65\%$ de la población total.

El siguiente grupo se ubicó entre los 20.1 – 25.0 g siendo este el $13.38 \pm 1.38\%$ de la población total, en donde los peces alimentados al 53% y 49% fueron los más destacados en su desempeño.

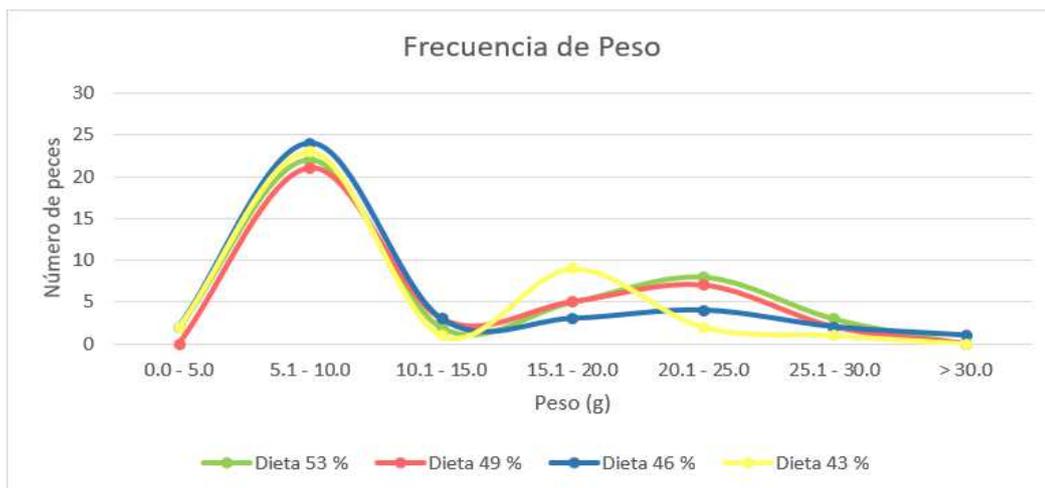


Figura 4. Distribución de frecuencias de tallas para *M. saxatilis* alimentadas con cuatro diferentes niveles de proteína (53%, 49%, 46% y 43%) a 26 °C.

3.2 Prueba a 22 °C

Los cuatro tratamientos registraron un crecimiento considerable. La ganancia en peso total fue del $10.94 \pm 10.23\%$ donde destacaron los juveniles de *M. saxatilis* alimentados con las dietas formuladas al 53% y 49% con un $27.30 \pm 9.32\%$ y $32.15 \pm 4.93\%$ respectivamente y, en cuanto al aumento en peso promedio por individuo, se obtuvo el $37.28 \pm 0.55\%$.

Tabla 7. Desempeño de juveniles de *M. saxatilis* alimentados con cuatro dietas con diferentes niveles de proteína (53%, 49%, 46% y 43%) durante 30 días a 22 °C.

Índices	53%	49%	46% (Control)	43%	p
Peso Inicial (g)	7.26 ± 0.12	7.22 ± 0.11	7.47 ± 0.14	7.49 ± 0.33	0.691
Peso Final (g)	11.67 ± 1.26	10.48 ± 0.13	9.76 ± 0.15	8.48 ± 0.98	0.113
% Ganancia	60.80 ± 17.80	45.24 ± 3.71	30.65 ± 3.33	14.82 ± 17.85	0.149
TGC	0.49 ± 0.12	0.38 ± 0.03	0.27 ± 0.03	0.12 ± 0.16	0.151
FI	4.85 ± 0.24^c	5.06 ± 0.09^c	5.68 ± 0.19^b	6.96 ± 0.44^a	0.002
% Grasa	3.11 ± 0.47	4.34 ± 0.97	3.69 ± 0.26	3.58 ± 0.28	0.531
SGR	1.54 ± 0.36	1.24 ± 0.08	0.89 ± 0.09	0.37 ± 0.55	0.160
HSI	1.60 ± 0.13	1.92 ± 0.16	2.96 ± 0.23	2.79 ± 0.68	0.079
VSI	6.27 ± 0.07	6.73 ± 0.30	7.32 ± 0.31	7.18 ± 0.35	0.108
FCR	0.43 ± 0.06^c	0.48 ± 0.01^c	0.58 ± 0.03^b	0.84 ± 0.10^a	0.005
CF	1.39 ± 0.08	1.26 ± 0.04	1.52 ± 0.18	1.13 ± 0.13	0.189
% Supervivencia	80.00 ± 4.5	91.11 ± 2.0	82.22 ± 4.0	66.67 ± 7.5	0.312

TGC= Índice de crecimiento térmico

FI= Consumo alimenticio

SGR= Tasa de crecimiento específico

HSI= Índice hepatosomático

VSI= Índice viscerosomático

FCR= Factor de conversión de alimento

CF= Factor de condición

La mejor ganancia en peso, rendimiento y metabolismo por dieta fue aquella elaborada al 53% ya que los juveniles alcanzaron hasta el $60.80 \pm 17.80\%$ de su peso inicial. El TGC fue

el más alto con un 0.49 ± 0.12 así como el SGR que fue de 4.85 ± 0.24 . El FI fue el más bajo con el 4.85 ± 0.24 así como el FCR de 0.43 ± 0.06 y presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) con la dieta formulada al 43% (Tabla 7).

La acumulación de grasa fue del 3.11 ± 0.47 respecto al peso corporal mientras que el HSI fue del 13.83 ± 0.89 . La dieta elaborada al 49% presentó buenos resultados en crecimiento. Con un porcentaje en ganancia del $45.24 \pm 3.71\%$, el TGC fue por debajo del registrado en 53% con un 0.38 ± 0.03 pero, la tasa de crecimiento fue más baja. Presentó un consumo alimenticio significativo ($p < 0.05$) del 5.06 ± 0.09 y un FCR equivalente al 0.48 ± 0.01 . La sobrevivencia de los juveniles de *M. saxatilis* fue la más alta registrando el 91.11%.

En cuanto a la frecuencia de pesos (Fig. 5), se puede observar que existe una tendencia a disminuir en la dieta a 43% que se estabiliza hasta los 10.0 g, esto se debió a la pérdida de 15 juveniles con un promedio en peso de 5.32 ± 0.89 g.

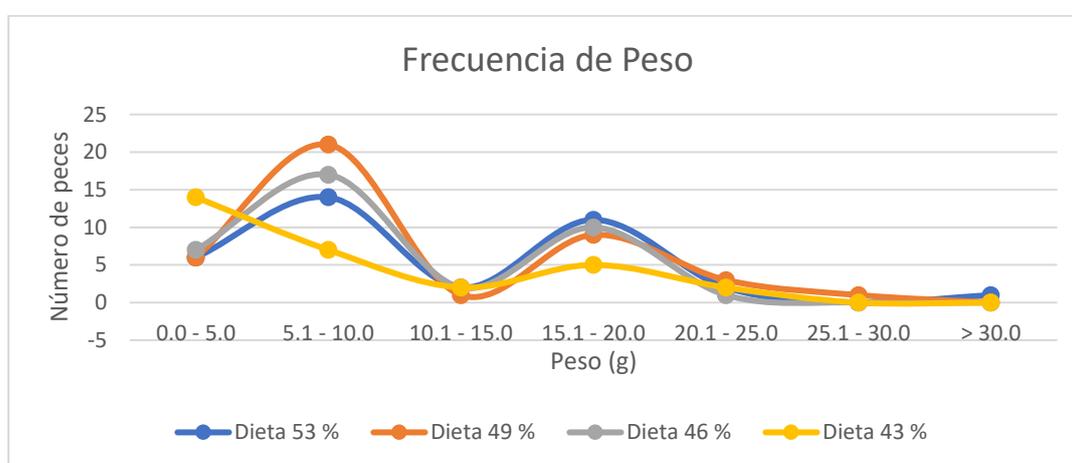


Figura 5. Distribución de frecuencias de tallas para *M. saxatilis* alimentadas con cuatro diferentes niveles de proteína (53%, 49%, 46% y 43%) a 22 °C.

3.3 Prueba a 18 °C

A pesar de considerarse como la temperatura ideal de la especie *M. saxatilis*, los resultados obtenidos fueron los más bajos, pero el dato a rescatar en esta prueba fueron las bajas mortalidades, con tan solo el 3.33% total, es decir, seis peces. En cuanto a peso total no se presentó ganancia alguna, ya que, tanto el inicial como el final fue el mismo con 1,115 g, pero entre los tratamientos si existieron ciertas variaciones y diferencias significativas ($p < 0.05$). Solamente se registraron dos dietas con un aumento en peso, la dieta a 49% y la dieta control, lamentablemente las dietas formuladas al 53% y 43% registraron todo lo contrario (Tabla 8).

La dieta de 49% obtuvo el mejor porcentaje en ganancia, pero el TGC fue muy lento, $1.85^{10^{-7}} \pm 3.76^{10^{-8}}$. Su FI fue de 5.60 ± 0.001 , la ración se aumentó en un 10.58% y el FCR fue del 0.78 ± 0.03 . El HSI corresponde al 31.54 ± 5.01 del peso corporal mientras que la grasa es del 3.90 ± 0.09 , por lo que el SGR se mantuvo bajo. La dieta control obtuvo una ganancia del $8.86 \pm 1.52\%$, un TGC muy lento, registrando el $9.60^{10^{-8}} \pm 1.56^{10^{-8}}$. Su FI fue uno de los más altos con el 6.00 ± 0.001 y un FCR del 0.88 ± 0.01 . El porcentaje de grasa fue

equivalente al 2.86 ± 0.43 mientras que el HSI fue del 43.92 ± 8.60 . Entre los cuatro tratamientos se encuentran dos diferencias significativas marcadas ($p < 0.05$).

Tabla 8. Desempeño de juveniles de *M. saxatilis* alimentados con cuatro dietas con diferentes niveles de proteína (53%, 49%, 46% y 43%) durante 30 días a 18 °C.

Índices	53%	49%	46% (Control)	43%	p
Peso Inicial (g)	6.42 ± 0.27	6.11 ± 0.02	6.25 ± 0.14	6.00 ± 0.14	0.375
Peso Final (g)	6.18 ± 0.64	7.19 ± 0.23	6.80 ± 0.07	5.42 ± 0.30	0.108
% Ganancia	-3.89 ± 8.36	17.67 ± 3.78^d	8.86 ± 1.52	-9.74 ± 2.83^b	0.016
TGC	$-4.93^{10^{-8}} \pm 9.43^{10^{-8}d}$	$1.85^{10^{-7}} \pm 3.76^{10^{-8}b}$	$9.60^{10^{-8}} \pm 1.56^{10^{-8}a}$	$-1.11^{10^{-7}} \pm 3.25^{10^{-8}c}$	0.017
FI	5.20 ± 0.002^d	5.60 ± 0.001^c	6.00 ± 0.001^b	6.40 ± 0.001^a	<0.001
% Grasa	4.66 ± 2.20	3.90 ± 0.09	2.86 ± 0.43	2.02 ± 0.43	0.099
SGR	-0.16 ± 0.28^c	0.54 ± 0.11^a	0.28 ± 0.05^b	-0.34 ± 0.10^c	0.017
HSI	2.91 ± 1.69	2.29 ± 0.44	2.98 ± 0.58	2.90 ± 0.62	0.951
VSI	10.25 ± 3.26	6.55 ± 0.30	7.55 ± 0.29	6.59 ± 0.83	0.506
FCR	0.86 ± 0.09^b	0.78 ± 0.03^b	0.88 ± 0.01^b	1.19 ± 0.06^a	0.004
CF	0.91 ± 0.27	0.82 ± 0.18	0.75 ± 0.21	0.95 ± 0.32	0.936
% Supervivencia	95.56 ± 1.0	97.78 ± 0.5	97.78 ± 0.5	95.56 ± 1.0	0.802

TGC= Índice de crecimiento térmico

FI= Consumo alimenticio

SGR= Tasa de crecimiento específico

HSI= Índice hepatosomático

VSI= Índice viscerosomático

FCR= Factor de conversión de alimento

CF= Factor de condición

La frecuencia de peso fue homogénea como se observa en la figura 6, en donde la distribución del 58.05 ± 1.65 total se registró entre el grupo menor a los 5.00 g, seguido por aquellos que estuvieron entre los 5.01 – 10.00 g, lo cual equivale al $25.86 \pm 1.75\%$ total.

Solamente el $0.57 \pm 0.25\%$ total de peces alcanzó un peso de 20.8 ± 1.44 g, y fue en la dieta formulada a 49%. El porcentaje restante se mantuvo entre los 15.1 y los 20.0 g en donde el mejor rendimiento se observa bajo la misma formulación.

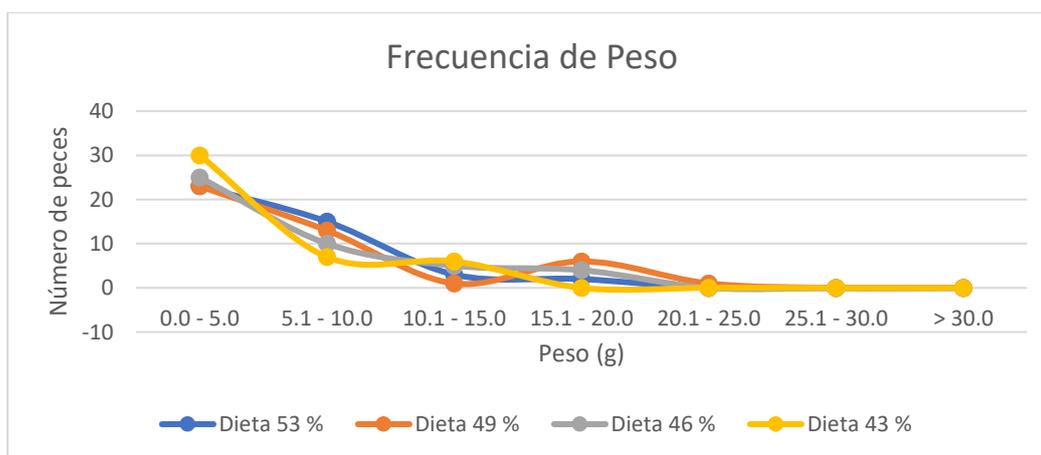


Figura 6. Distribución de frecuencias de tallas para *M. saxatilis* alimentadas con cuatro diferentes niveles de proteína (53%, 49%, 46% y 43%) a 18 °C.

Estos resultados preliminares nos hacen comprender que *M. saxatilis* puede crecer paulatinamente a temperaturas controladas superiores a la óptima, pero, por la naturaleza de la especie, es indispensable conocer si puede presentar un crecimiento óptimo a su temperatura ideal, por eso se decidió realizar una segunda fase experimental.

3.4 Segunda fase experimental (Prueba a 20 °C)

Durante el mes que duro esta fase experimental, la temperatura se mantuvo entre los 20.4 ± 0.02 °C, la salinidad fue de 35.1 ± 0.01 ppm mientras que el oxígeno disuelto se elevó, siendo este de 7.49 ± 0.43 O₂ (Tabla 9). Nuevamente, la dieta formulada al 49% presentó los mejores resultados. Obtuvo el mejor rendimiento por individuo con un $26.89 \pm 5.60\%$, un FI bajo con 5.63 ± 0.23 y un TGC del 0.22 ± 0.04 . El FCR por parte de los peces en esta misma dieta fue el más bajo en comparación a las otras tres dietas, registrando el 0.44 ± 0.02 , mientras que las dietas formuladas al 53%, 46% y 43 % registraron el 0.46 ± 0.01 ; 0.61 ± 0.06 y 0.81 ± 0.07 respectivamente.

El SGR presente en la dieta formulada al 49% satisface las necesidades alimenticias de los juveniles en comparación a las otras dietas. El porcentaje en grasa por individuo fue de 1.22 ± 0.27 y el HSI corresponde al 18.84 ± 1.00 de su peso final. La dieta concentrada al 53% generó la segunda mejor ganancia de peso con un $19.14 \pm 4.89\%$, su TGC fue del 0.16 ± 0.04 , a su vez, fue la dieta que presentó el consumo alimenticio más bajo con un 5.46 ± 0.17 y un FCR del 0.46 ± 0.01 . El SGR fue el segundo más alto registrando un 0.58 ± 0.14 .

Tabla 9. Desempeño de juveniles de *M. saxatilis* alimentados con cuatro dietas con diferentes niveles de proteína (53%, 49%, 46% y 43%) durante 30 días a 20 °C.

Índices	53%	49%	46% (Control)	43%	p
Peso Inicial (g)	10.03 ± 0.19	10.03 ± 0.08	10.23 ± 0.15	9.90 ± 0.23	0.617
Peso Final (g)	11.94 ± 0.44	12.72 ± 0.47	11.34 ± 0.73	10.38 ± 0.32	0.061
% Ganancia	19.14 ± 4.89	26.89 ± 5.60	10.73 ± 5.54	5.08 ± 5.60	0.088
TGC	0.16 ± 0.04	0.22 ± 0.04	0.09 ± 0.05	0.04 ± 0.05	0.088
FI	5.46 ± 0.17^c	5.63 ± 0.23^c	6.80 ± 0.28^b	8.36 ± 0.57^a	0.001
% Grasa	1.17 ± 0.34	1.22 ± 0.27	1.06 ± 0.18	0.76 ± 0.28	0.647
SGR	0.58 ± 0.14	0.79 ± 0.15	0.33 ± 0.17	0.16 ± 0.18	0.092
HSI	1.70 ± 0.46	2.39 ± 0.04	2.66 ± 0.15	2.36 ± 0.42	0.255
VSI	6.53 ± 0.67	7.08 ± 0.23	7.30 ± 0.07	7.49 ± 0.32	0.389
CF	0.78 ± 0.05	0.83 ± 0.07	0.79 ± 0.04	0.84 ± 0.02	0.792
FCR	0.46 ± 0.01^c	0.44 ± 0.02^c	0.61 ± 0.06^b	0.81 ± 0.07^a	0.029
% Supervivencia	87.50 ± 1.5	91.67 ± 1.0^d	79.17 ± 2.5	54.17 ± 5.5^b	0.043

TGC= Índice de crecimiento térmico

FI= Consumo alimenticio

SGR= Tasa de crecimiento específico

HSI= Índice hepatosomático

VSI= Índice viscerosomático

FCR= Factor de conversión de alimento

CF= Factor de condición

En cuanto a la frecuencia de peso (Fig. 7), la distribución de peces se homogeneizó dentro de dos grupos. En el primer grupo, que va de 10.1 – 15.0 g, se registró una población del

65.33 ± 2.14%. Mientras que el 24.0 ± 0.87% de los juveniles se mantuvo entre los 5.1 – 10.0 g.

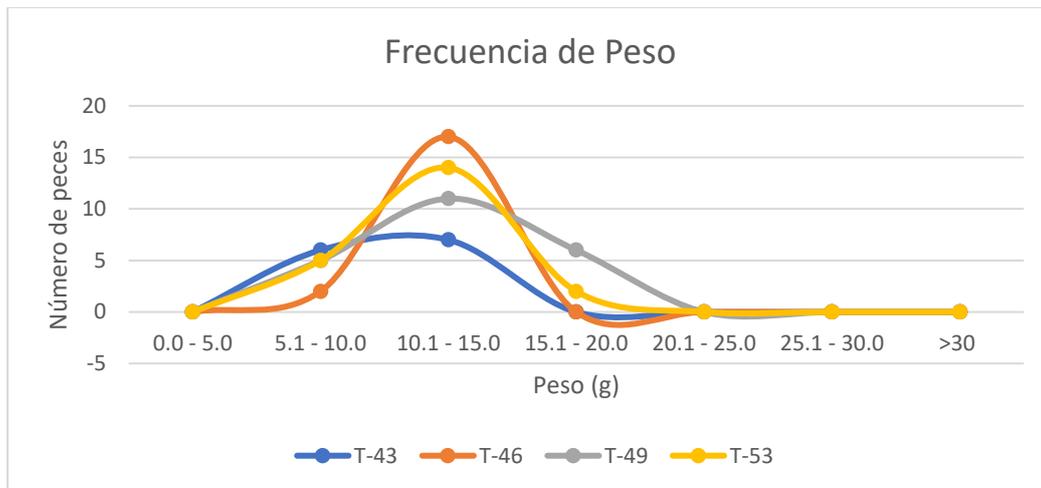


Figura 7. Distribución de frecuencias de tallas para *M. saxatilis* alimentadas con cuatro diferentes niveles de proteína (53%, 49%, 46% y 43%) a 20 °C.

Discusión

Uno de los parámetros importantes durante la elaboración de los alimentos extruidos en piscicultura es la flotabilidad y cómo menciona Lovshin (1993), aunque el costo del alimento sumergible es menor que el flotante no compensa la mayor permanencia de los alimentos y paralelamente la ventaja práctica de poder observar la respuesta de los peces a la presencia del alimento y así ajustar la cantidad de éste, tal y como lo permiten los alimentos flotantes. Vargas (2003), concuerda mencionando que el uso de alimentos con baja flotabilidad trae varios inconvenientes directos, como pérdidas económicas generadas por el desperdicio del alimento que se hunde sin posibilidad de ser consumido por los peces e ineficiencia productiva, al incrementarse los costos de producción dada la necesidad de prolongar el ciclo productivo para que los peces lleguen al peso de comercialización.

Para evitar pérdidas económicas, Woodrooffe (1993), recomienda que para lograr la completa flotabilidad en los alimentos acuícolas en el proceso de fabricación, la masa deberá tener una densidad de 550 g/l o menos, un 20% de almidones como mínimo y un 6% de grasa como máximo. En comparación con las dietas elaboradas en esta investigación, la densidad en las harinas concuerda con lo que estipula Woodrooffe, variando en un 10 ± 30 g, pero en cuanto al porcentaje de almidón en las dietas elaboradas al 53% y 49% resultaron más bajas por un nueve y cinco por ciento respectivamente, mientras que las dietas al 46% y 43% se elevaron en un tres y ocho por ciento. Su hundimiento fue rápido y aunque *M. saxatilis* es una especie omnívora alimentándose tanto de la superficie como del fondo del estanque, esto pudo ser un factor para que los peces no comieran provocando una emaciación no patológica suscitando así, pérdidas considerables de organismos. Por otro lado, se puede elucidar que las pérdidas económicas por el alimento no ingerido a causa de estos dos parámetros son mínimas entre las dietas de 53%, 49% y 46%.

Los resultados de humedad permiten una óptima conservación en frío, además que alteran la velocidad de hundimiento Los porcentajes de ceniza fueron los mismos que aparecen en la formulación de minerales y muestran que no hubo contaminación alguna por metales extraños.

En cuanto al requerimiento proximal en las dietas, Tacon (1989) menciona que los requerimientos proteínicos para los juveniles de lobina rayada (*Morone saxatilis*) son del 47% - 55%, siempre y cuando la temperatura del agua se mantenga entre los 20.5 °C a 24.5 °C. Se puede decir que las dietas elaboradas en esta investigación a partir del control, mantienen el requerimiento proteínico necesario para lobina rayada y, aunque haya sido muy corta la diferencia porcentual entre la dieta a 43% y los porcentajes mencionados, los juveniles alimentados bajo esta dieta no alcanzaron los suministros necesarios para un aprovechamiento total de los nutrientes.

Se debe recordar que la actividad enzimática – metabólica aumenta conforme la temperatura lo haga, es por esto que, la temperatura considerada como óptima por Tacon para el metabolismo de lobina rayada difiere a la mencionada por la FAO (1980), ya que la

temperatura en fases juveniles debe de ser ≈ 16 °C. Como menciona Jover (2000), el metabolismo únicamente funciona de forma óptima dentro de un rango de temperaturas adecuadas, dentro del cual la ingestión y el crecimiento son máximos, pero disminuyen cuando la temperatura está por encima o por debajo del rango óptimo. Por otra parte, Sierra (2000), menciona que ciertos estudios (Cox, 1978; Briette y Green, 1980; Cox y Coutant, 1981; Spigarelli *et al.*, 1982; Diana, 1984), evidencian de que los peces, como *M. saxatilis*, *Oncorhynchus nerka* o *Salmo trutta*, por mencionar algunos, toleran mejor los ciclos fluctuantes de temperatura con un promedio por debajo de la óptima, y que el crecimiento generalmente se incrementa, mientras que los expuestos a los ciclos cuyos promedios exceden la temperatura óptima se redujo significativamente.

Los resultados obtenidos bajo las dos fases experimentales de esta investigación concuerdan con Tacon ya que se obtuvieron los mejores crecimientos durante la fase experimental a 26 °C, es decir, por encima de la óptima. En caso contrario, a temperaturas bajas, como sucedió en 18 °C y la segunda fase experimental no se presentaron los desempeños esperados.

Nematipour y Gatlin (1993), comentan que los ácidos grasos altamente insaturados como el EPA o el DHA son esenciales para la lobina rayada, y que en las dietas deben de suministrarse como máximo el 20% de lípidos mientras que Lochmann (2015), comenta que el requerimiento lipídico proveniente de los ácidos grasos insaturados debe ser entre el 0.50% y el 0.75% del valor total de la dieta y no pueden ser sustituidos, además, las respuestas de lobina rayada a diferentes tipos y cantidades de lípidos en el alimento están bien documentadas. Por esa razón, durante la elaboración de la dieta, los lípidos corresponden al porcentaje descrito por Lochmann y dando el aporte energético que Nematipour y Gatlin recomiendan con un $12 \pm 2.5\%$.

Con respecto a la aclimatación en los tanques, La Carta Estatal Acuícola de Baja California (2018) comenta que los juveniles de esta especie toleran temperaturas hasta los 29 °C, mientras que el CESAIBC nos da un rango que va de los 8 °C a los 25 °C. La FAO (1980), comenta que la lobina rayada tolera temperaturas entre los 18 °C y que, desde su eclosión hasta antes de los dos años de edad, es una especie migratoria que se desplaza en pequeños grupos con pesos y tallas similares, por lo que es necesario que los grupos por tanque no presenten estas variaciones. Como mencionan Alamar, *et al.* (2001), los peces son incapaces de regular su temperatura corporal, su desempeño únicamente funciona de forma óptima dentro de un rango de temperaturas adecuadas.

Kruger y Brocksen (1978) informaron que para obtener tasas metabólicas óptimas en los juveniles de lobina rayada con pesos que van de los 22.5 – 68.4 g y una longitud entre los 13.0 – 17.5 cm, la temperatura y el oxígeno deben de mantenerse de la siguiente manera: 16 °C = 151 mg O₂; 20 °C = 169 mg O₂; 24 °C = 218 mg O₂. En otras palabras, el consumo de oxígeno requerido para un metabolismo activo de los juveniles de *M. saxatilis* debe ser indudablemente mayor al rango de 4 – 4.5 ppm. Además, mencionan que existe un gasto metabólico durante un nado de 10 cm/s, el cual es del 29% a 16 °C; 59% a 20 °C y 63% a 24 °C, es decir, los peces de esta investigación se mantuvieron siempre entre los rangos

de oxígeno y temperatura concordando con los estipulados por Kruger y Brocksen Colaborando con estos datos, Dorfman y Westman (1974), encontraron que la tasa de crecimiento de la lobina rayada se ve significativamente afectada por la exposición diaria a las fluctuaciones diurnas de oxígeno cuando la concentración promedio es <4.0 mg/l.

Por esa razón, durante el inicio del experimento se intentó reacomodar a los juveniles de *M. saxatilis* lo más equitativo posible para evitar alguna disparidad entre tallas o que existiese alguna dominancia o jerarquía por el espacio y el alimento. Ya que, como comentó Jobling (1994), en sus estudios con el salmón del Atlántico (*Salmo salar*), una pequeña proporción (25%) de los peces obtiene dos tercios del alimento provisto y los peces subordinados no prueban el alimento si los dominantes están cerca aún sin comer, ya que se intimidan ante su presencia, por lo tanto, para garantizar buena respuesta al alimento, al crecimiento y al consumo, la distribución del alimento deberá ser amplia en toda la superficie y no en un solo sitio. Corroborando con esto, Botero (2004), menciona que cuando el alimento se encuentra escaso la competencia jerárquica en peces aumenta. Cuando compiten por alimento, el individuo dominante consume una cantidad exagerada del alimento y crece más rápido. Así haya abundante alimento y pueda minimizarse la competencia, el comportamiento puede ejercer una fuerte influencia en la toma del alimento y en el crecimiento. Este tipo de resultados se ven reflejados en las temperaturas de 26 °C y 22 °C durante la primera fase experimental, donde el grupo dominante fue menor al 25% de la población total.

Con respecto al metabolismo, se observa un mayor gasto conforme la temperatura aumenta, lo cual se podría explicar entre el ahorro o uso de energía. Como mencionan estos autores, entre más baja sea la temperatura menor será el gasto metabólico. En la fase experimental a 18 °C hubo un bajo crecimiento, pero el porcentaje en el HSI fue mayor, por lo que el consumo alimenticio por los peces se convirtió en grasa o ahorro energético mientras que, en caso contrario, a 26 °C fue un mayor crecimiento y un menor porcentaje del HSI, por lo que se ve un aumento corporal y una disminución en la grasa, a su vez, hubo una mayor actividad natatoria a esta temperatura mientras que a 18 °C no hubo dicha actividad.

Además, esto se puede observar en los resultados obtenidos en el consumo de oxígeno ya que a 26 °C se observa una disminución de este ya que los juveniles a esta temperatura nadan con mayor frecuencia consumiendo así mayor cantidad de oxígeno, por otra parte, a menor actividad metabólica menor será el consumo de oxígeno (véase Tabla 5). Como mencionan Kruger y Brocksen, esta especie no es un nadador muy fuerte ni resistente, por lo que consume mucho oxígeno después de nadar distancias largas. Painter y Wixom (1967) corroboran lo descrito por estos autores ya que analizaron la fuerza de nado en juveniles de lobina rayada y encontraron que alcanzan como máximo, una velocidad de 60 cm/s por lo que, pueden sufrir de hipoxia si no obtienen el oxígeno disuelto necesario.

En cuanto a los decesos obtenidos durante las dos fases experimentales, lo descrito por Painter y Wixom puede ser un factor viable, pero Kerr (1953), encontró que en un criadero de Weldon, ubicado en Carolina del Norte, la mortalidad durante la fase larval y juvenil de

M. saxatilis se debía a la actividad antrópica, es decir, antes de que llegaran al primer año de vida, los organismos se asustaban fácilmente entrando en un estado de conmoción que a menudo resultaba en la muerte y que esto se debía al movimiento del personal en el área del acuario. Algo que podría tener mucho acierto ya que, durante el tiempo que duro este experimento, hubo otros trabajos experimentales por lo que el personal era muy concurrido en el área de la Plataforma del IIO.

Conclusión

Este fue un estudio prospectivo para conocer mejor la especie y continuar con su estudio hasta obtener un cultivo óptimo con ganancias redituables para cualquier empresa interesada. En cuanto a la fabricación de las dietas, es recomendable una dieta extruida con concentraciones equilibradas de proteína y almidón, como aquella que fue fabricada al 49%, además, esta misma dieta se acerca a los requerimientos diarios que la especie *M. saxatilis* necesita para un óptimo desempeño metabólico. Por otra parte, este estudio demuestra que los juveniles de lobina rayada pueden ser cultivados en estanques localizados en tierra firme, siempre y cuando la temperatura se puede ajustar a los 26 °C y que la zona donde se cultive sea techada (genere sombra), además, si se cría bajo esta temperatura, se podrá obtener un mejor rendimiento ya que van generando un mejor TGC en comparación a las otras temperaturas experimentales de este estudio. Para las empresas, el FCR fue bajo (0.37 ± 0.02) y genera un crecimiento que podría ser redituable. También, al cultivar a la lobina rayada bajo esta temperatura, se acelera el metabolismo y la actividad enzimática reduciendo los porcentajes de grasa y la acumulación de esta como reservorio energético y se genera más en la formación del músculo (más tarde, filete) de interés comercial. Aun así, los estudios no se han terminado ya que quedan muchas dudas por aclarar, entre alguna que podríamos mencionar sería ¿qué cantidad de individuos debe haber por litro?, ¿cuál es el consumo de oxígeno respecto al peso de los individuos?, ¿cuál es la salinidad que los juveniles toleran respecto al primer año de vida?, comprobar si existe algún comportamiento de canibalismo por los individuos de mayor tamaño, realizar un estudio genético para comprobar los niveles de estrés, etc.

REFERENCIAS

- Alamar, M., Estruch, V., Pastor, J., Vidal, A. *Modelo aleatorio de crecimiento CCT biparamétrico*. Publicación Previa al VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander, mayo 2001.
- Alcalá, M., Castillo, S., Ponce, J. *Efectos de la temperatura y salinidad sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo Lutjanus guttatus*. DOI: 10.3856/vol44-issue1-fulltext-17. Lat. Am. J. Aquat. Res., 44(1): 159-164, 2016.
- Arce, E., Luna, J. *Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas Ictalurus balsanus (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio*. Revista AquaTIC, nº 18, pp. 39-47. Año 2003.
- Blaufuss, P., Trushenski, J. *Exploring soy-derived alternatives to fishmeal: using soy protein concentrate and soy protein isolate in hybrid striped bass feeds*. N. Am. J. Aquac. 74, 8–19, 2012.
- Botero, M. *Comportamiento de los peces en la búsqueda y la captura del alimento*. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, vol. 17, núm. 1, enero-marzo, 2004, pp. 63-75 Universidad de Antioquia Medellín, Colombia.
- CONABIO. <http://enciclovida.mx/especies/37135-morone-saxatilis> [22/03/2019; 17:30]
- Cowey, C. *Utilización de aminoácidos en peces*. Memorias del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 11 al 13 de noviembre de 1996, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Davies, W. *The effect of temperature, pH and total dissolved solids on the survival of immature striped bass, Morone saxatilis (Walbaum)*. Ph.D. Thesis, NC. State Univ., Raleigh, 100 p., 1970.
- Dionicio, J., Rosado, M., Flores, J., Flores, L., Aguirre, A. *Evaluación de dietas comerciales en el crecimiento y su efecto en la composición bioquímica muscular de juveniles de chita, Anisotremus scapularis (Tschudi, 1846) (Familia: Haemulidae)*. Latin American Journal of Aquatic Research, 2017.
- Dorfman, D., Westman, J. *Responses of striped bass to temperature gradients*. Underwater Nat. 8(1):42-43, 1974.
- Espinosa, J., Labarta, U. *Nutrición en acuicultura I*. Plan de formación de técnicos superiores en acuicultura, Madrid, España: CAICYT, 1987.
- Espinoza, M. C. *Nutrición y alimentación de peces*. Área de nutrición y alimentación. Managua, noviembre, CIDEA, 2007.
- FAO. *Synopsis of Biological Data on Striped Bass, Morone saxatilis (Walbaum)*. NOAA Technical Report NMFS Circular 433, 1980.
- Gallagher, M. *The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid striped bass (Morone saxatilis - M. chrysops)*. Aquaculture, 126, 119–127, 1994.

- García, B. y Cerezo, J. *Variación del índice de condición en función del tipo de tanque de estabulación en el dentón (Dentex dentex)*. IX Congreso Nacional de Acuicultura. Cádiz, 12 al 16 de mayo de 2003.
- Gatlin, M. *Nutrición de reproductores y juveniles de peces marinos*. pp 73-82 En: Civera-Cerecedo, R., Pérez- Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) *Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México., 2000.
- Glencross B. *Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species*. *Reviews in Aquaculture*; 1: 71-124, 2009.
- Introzzi, A., Duhalde, G. *Estudio de las concentraciones de los ácidos nucleicos (RNA, DNA) en músculo blanco e hígado de la lisa (Mugil brasiliensis) a lo largo de sus periodos de reposo y maduración gonadal*. *Rev. Invest. Des. Pesq.* N°6: 117 – 129, 1986.
- Jobling, M. *Fish Bioenergetics*. London, Chapman & Hall. 309 p., 1994.
- Jover, M. *Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y producción de desechos en piscicultura mediante un modelo bioenergético*. *AquaTIC. Revista Científica Internacional de Acuicultura en español*; No 9, 2000.
- Kavadias, S., Castritsi-Catharios, J. and Dessypris, A. *Annual cycles of growth rate, feeding rate, food conversion, plasma glucose and plasma lipids in a population of European sea bass (Dicentrarchus labrax L.) farmed in floating marine cages*. *J. Appl. Ichthyol.*, 19: 29–34, 2003.
- Krogdahl, A., Hemre, G. I., Mommsen, T. P. *Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages*. *Aquaculture Nutrition*, April, 2004.
- Kruger, R., Brocksen, R. *Respiratory metabolism of striped bass, Morone saxatilis (Walbaum), in relation to temperature*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 31:55-66, 1978.
- Le Cren, E. *The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (Perca fluviatilis)*. *British Ecological Society. Journal of Animal Ecology*, Vol. 20, No. 2 (nov., 1951), pp. 201-219. URL: <https://www.jstor.org/stable/1540>
- Lisboa, V., Barcarolli, I., Sampaio, L., Bianchini, A. *Effect of salinity on survival, growth and biochemical parameters in juvenile Lebranch mullet Mugil liza (Perciformes: Mugilidae)*. *Sociedad e Brasileira de Ictiologia. Neotropical Ichthyology*, 13(2): 447-452, 2015.
- Lovshin, L. *Cría del bagre de canal*. ASA. A.N. (Asociación Americana de Soya). p. 1-9, 1993.
- Mata-Sotres, J., Tinajero-Chávez, A., Barreto-Curiel, F., Pares-Sierra, G., Del Rio-Zaragoza, O., Viana, M., Rombenso, A. *DHA (22:6n-3) supplementation is valuable in Totoaba macdonaldi fish oilfree feeds containing poultry by-product meal and beef tallow*. *Aquaculture* 497. 440–451, 2018.

- Meyer, D. *Introducción a la acuicultura*. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras: Zamorano, 2004.
- Nehemia, A.; Maganira, J.; Rumisha, C. *Length-weight relationship and condition factor of tilapia species grown in marine and fresh water ponds*. Agriculture and Biology Journal of North America. 3(3): 117-124, 2012.
- Nematipour, G., Gatlin, D. *Requirement of Hybrid Striped Bass for Dietary (n-3) Highly Unsaturated Fatty Acids*. The Journal of Nutrition, Volume 123, Issue 4, April 1993, Pages 744–753, 1993.
- Ortiz, S. *Elaboración de harina de pescado*. Tesis de licenciatura, Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias, 2003.
- Page, L., Burr B. *A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico*. Houghton Mifflin Company, Boston, Estados Unidos. 432 p., 1991.
- Painter, R., Wixom, L. *Striped bass fishery and swimming endurance tests*. In Delta fish and wildlife protection study, p. 31-47. Resource Agency of the State of California, 1967.
- Pokniak, R. *Nutrición de peces*. TecnoVet, 3:2. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, 1997.
- Poniak, M., Muñoz, M., Díaz, N., González, C., Díaz, I. *Efecto de dietas con diferentes proporciones de proteínas y lípidos sobre la respuesta productiva y características de la canal del salmón del Pacífico (Oncorhynchus kisutch)*. Arch. Med. Vet., 36(2): 163-172, 2004.
- Rodríguez, C., Acosta, C., Badía, P., Cejas, J., Santamaría, F., Lorenzo, A. *Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (Spondyliosoma cantharus) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish*. Comp. Biochem. Physiol. - B Biochem. Mol. Biol. 139, 619–629, 2004.
- Sargent, J.; McEvoy, L. & Bell, J. *Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds*. Aquaculture, 155(1-4): 117-127, 2002.
- Serrano, J., Nematipour, G., Gatlin, D. *Dietary protein requirement of the red drum (Sciaenops ocellatus) and relative use of dietary carbohydrate and lipid*. Aquaculture 101, 283-291, 1992.
- Shimeno, S. *Yellowtail, Seriola quinqueradiata*. In: R.P. Wilson (Editor), Handbook of Nutrient Requirements of Finfish, CRC Press, Boca Raton, FL, pp.181-191, 1991.
- Sierra, E. *Bioenergética de Ictalurus punctatus e índices secundarios de estrés en temperaturas constantes y fluctuantes*. Tesis de Maestría en Centro De Investigación Científica Y De Educación Superior De Ensenada, B. C., 2000.
- Tacon, A. *Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación*. FAO-Italia, 1989.

- Tacon, A. *Feed ingredients for crustaceans natural foods and processed feedstuffs*. FAO Fish. Circular, 866, 1–67, 1993.
- Treviño, L. *Uso de la soya en acuicultura*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Consultor privado: Sevilla 406-403 Col. Portales. 03300 México, D.F., México, 1995.
- Vargas, R. *Evaluación preliminar del método utilizado en la determinación de la flotabilidad de alimentos piscícolas*. *Agronomía Mesoamericana* 14(2): 193-199, 2003.
- Viana, M., Botello-León, A., Téllez-Girón, E., Pullés-Ariza, E., Cisneros-López, M., Solano-Silveira, G., Valdivié M., Miranda-Miranda, O., Rodríguez-Valera, Y., Cutiño-Espinoza, M., Savón, L., Botello-Rodríguez, A. *Sustitución de la harina de pescado por harina de caña proteínica para la engorda de tilapia roja*. *Agrociencia* 45: 23-31. 2011.
- Webster, C., Tiu, L., Tidwell, J., Van Wyk, P., Howerton, R. *Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of sunshine bass (Morone chrysops X M. saxatilis) reared in cages*. *ELSEVIER, Aquaculture* 131 (1995) 291-301, 1994.
- Woodrooffe, J. *Dry extrusion applications in the feed industry*. Technical bulletin. American soybean association. Vol. AQ 40. p. 1-34, 1993.
- Zaldívar F. *Las harinas y aceites de pescado en la alimentación acuícola*. En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 3 al 6 de septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.
- Zumbado, H. *Análisis químicos de los alimentos: métodos clásicos*. Primera Edición, Cuba: Editorial Universitaria del Ministerio de Educación superior. 433 p., 2004.