

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 34, Número 1



Enero - Junio 2019
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

ACONDICIONAMIENTO, EVALUACIÓN DE DIETAS COMERCIALES PARA CRECIMIENTO EN CAUTIVERIO DE JUVENILES DEL MERO *Mycteroperca xenarcha* Jordan, 1888. TUMBES, PERÚ

CONDITIONING, ASSESSMENT OF COMMERCIAL DIETS FOR CAPTIVE GROWTH OF JUVENILES OF GROUPER *Mycteroperca xenarcha* Jordan, 1888. TUMBES, PERU

Johnny Robles¹Raquel Siccha-Ramirez¹Paola Cisneros¹

RESUMEN

ROBLES J, SICCHA-RAMIREZ R, CISNEROS P. 2019. Acondicionamiento, evaluación de dietas comerciales para crecimiento en cautiverio de juveniles del mero *Mycteroperca xenarcha* Jordan, 1888. Tumbes, Perú. Bol. Inst Mar Perú. 34(1): 115-127.- Se evaluó el acondicionamiento al cautiverio y el crecimiento de juveniles de *Mycteroperca xenarcha* empleando dietas comerciales. Durante 14 meses (5 meses de acondicionamiento y 9 de crecimiento) se trabajó con 105 ejemplares de tallas homogéneas, distribuidos en cuatro grupos de tratamiento: T₁ (pellet 50%) T₂ (pellet 40%) T₃ (pellet 50%+alimento fresco) y T₀ (alimento fresco). Mensualmente se registró longitud total (Lt) y peso total (Pt). Se determinó el incremento diario de peso individual (IDPI), la tasa de crecimiento específica, factor de condición, factor de conversión alimenticia y supervivencia de cada tratamiento. Estadísticamente se fijaron dos grupos en términos de Lt: T₁-T₂ y T₃-T₀ (ANOVA, F=4,272; p = 0,012, Tukey p = 0,236 y p = 0,694), registrándose mejores valores de crecimiento en T₃ (22,50 mm) y T₀ (29,34 mm). Los mejores resultados en IDPI se obtuvieron en T₃ (0,28 g/día) y T₀ (0,31 g/día). Con relación al incremento en peso, los tratamientos no evidenciaron diferencias significativas (ANOVA, F = 0,403, p = 0,752). El factor de condición K mostró diferencia significativa entre tratamientos (ANOVA, F = 31,05; p < 0,05), verificándose dos grupos: T₁-T₂ y T₃-T₀ (Tukey p = 0,994 y p = 0,422). Estos resultados indican que para garantizar el crecimiento de *M. xenarcha* en condiciones de cautiverio se debe incluir alimento fresco en la dieta, sugiriendo que los alimentos formulados no cumplen por sí solos con los requerimientos nutricionales de la especie.

PALABRAS CLAVE: *Mycteroperca xenarcha*, mero, pellet, crecimiento en cautiverio

ABSTRACT

ROBLES J, SICCHA-RAMIREZ R, CISNEROS P. 2019. Conditioning, assessment of commercial diets for captive growth of juveniles of grouper *Mycteroperca xenarcha* Jordan, 1888. Tumbes, Peru. Bol. Inst Mar Peru. 34(1): 115-127.- The captive conditioning and growth of juveniles of *Mycteroperca xenarcha* were assessed by using commercial diets. Over a 14-month period (5 months of conditioning and 9 months of growth) we worked with 105 specimens of homogeneous sizes, which were distributed in four treatment groups: T₁ (pellet 50%) T₂ (pellet 40%) T₃ (pellet 50% + fresh food) and T₀ (fresh food). Total length (TL) and total weight (TW) were recorded monthly. Individual daily weight increase (IDWI), specific growth rate, condition factor, feed conversion factor and survival of each treatment were determined. Statistically, two groups were fixed in terms of TL: T₁-T₂ and T₃-T₀ (ANOVA, F=4.272, p = 0.012, Tukey p = 0.236 and p = 0.694), by recording better growth values in T₃ (22.50 mm) and T₀ (29.34 mm). The best results in IDWI were obtained in T₃ (0.28 g/day) and T₀ (0.31 g/day). Regarding the increase in weight, the treatments did not show significant differences (ANOVA, F = 0.403, p = 0.752). The (K) condition factor showed a significant difference between treatments (ANOVA, F = 31.05, p < 0.05), with two groups: T₁-T₂ and T₃-T₀ (Tukey p = 0.994 and p = 0.422). These results suggest that to ensure the growth of *M. xenarcha* under captive conditions, fresh food should be included in the diet and it is strongly implied that the formulated foods do not, by themselves, meet the nutritional requirements of the species.

KEYWORDS: *Mycteroperca xenarcha*, mero pellet, growth in captivity

1. INTRODUCCIÓN

En el 2014, la pesca para consumo humano y la acuicultura registraron los mayores volúmenes de captura y producción, destacando estas actividades como claves para la seguridad alimentaria, ya que proporcionan más del 15% del suministro total de proteínas animales. La rápida expansión de la acuicultura, incluidas las actividades de

1. INTRODUCTION

In 2014, fishing for human consumption and aquaculture recorded the highest volumes of catch and production, with these activities standing out as key to food security, as they provide more than 15% of the total animal protein supply. The rapid expansion of aquaculture, including the activities of

1 IMARPE, Laboratorio Costero de Tumbes, Calle José Olaya S/N, C.P. Nueva Esperanza, Zorritos, Contralmirante Villar, Tumbes. jrobles@imarpe.gob.pe

los pequeños productores, figura como una de las razones de este crecimiento en la producción FAO (2016).

La producción piscícola procedente de maricultura, entre el 2005 y el 2014, creció 5,8% anual (FAO 2016). Varios países han incursionado en la maricultura obteniendo resultados importantes, desarrollando tecnologías para el cultivo en jaulas flotantes, en regiones oceánicas y costeras, contribuyendo al rápido crecimiento del cultivo de peces marinos sobre todo en la región oriental de Asia y en el mar Mediterráneo, donde se encuentra la mayor parte de la producción de peces marinos entre ellos los Serranidae "meros" (Rossi 2010).

En Perú el cultivo de peces sigue siendo incipiente. Las investigaciones al respecto han comenzado con acondicionamiento de peces marinos dentro del laboratorio, como *Engraulis ringens* anchoveta (ESPINOZA *et al.* 2007), *Paralichthys adspersus* lenguado (CARRERA *et al.* 2013), *Anisotremus scapularis* chita, *Paralabrax callaensis* cabrilla (IMARPE 2015), *Cynoscion phoxocephalus* corvina cherela (PALACIOS *et al.* 2015) y *Centropomus nigrescens* robalo (Marinazul, comunicación personal). En el caso de peces de agua dulce como *Arapaima gigas* paiche, *Pseudoplatystoma fasciatum* doncella, *Colossoma macropomum* gamitana, *Piaractus brachipomus* paco, *Oncorhynchus mykiss* trucha y *Oreochromis niloticus* tilapia, existe producción de alevines y cultivo medianamente intensificado en el Perú (PRODUCE 2009).

Sin embargo existen otras especies de elevado valor comercial, interesantes para el cultivo, tal es el caso del *Mycteroperca xenarcha* Jordan, 1888 (Familia: Serranidae), comúnmente llamado "mero murique", que es una especie bentonérica, que habita áreas rocosas costeras, peñas con algas, cuevas y lagunas de manglar (CHIRICHIGNO y CORNEJO 2001). Se distribuye desde bahía de San Francisco (EE.UU.) a Paita (Perú), incluyendo las Islas Galápagos, llegando ocasionalmente hasta el Callao, Perú (CHIRICHIGNO y CORNEJO 2001, ABURTO-OROPEZA *et al.* 2008).

En los últimos años, en el mundo, los meros han sido considerados como un grupo de peces marinos con potencial para la acuicultura, sobre todo por su importancia comercial, calidad de su carne, rápido crecimiento y resistencia a las condiciones de cultivo (Rossi 2010).

small-scale producers, appears as one of the reasons for this growth in production FAO (2016).

Between 2005 and 2014, fish production from mariculture grew by 5.8% annually (FAO 2016). Several countries have entered mariculture obtaining important results, developing technologies for cultivation in floating cages, in oceanic and coastal regions, contributing to the rapid growth of marine fish farming especially in the East Asian region and in the Mediterranean Sea, where most of the production of marine fish is found, including Serranidae "groupers" (Rossi 2010).

In Peru, fish farming is still in its inception phase. Research has begun with the conditioning of marine fish at the laboratory, such as *Engraulis ringens* anchoveta (ESPINOZA *et al.* 2007), *Paralichthys adspersus* fine flounder (CARRERA *et al.* 2013), *Anisotremus scapularis* Peruvian grunt, *Paralabrax callaensis* sea bass (IMARPE 2015), *Cynoscion phoxocephalus* cachema weakfish (PALACIOS *et al.* 2015), and *Centropomus nigrescens* black robalo (Marinazul, personal communication). Regarding freshwater fish such as *Arapaima gigas*, *Pseudoplatystoma fasciatum* barred sorubim, *Colossoma macropomum* cachama, *Piaractus brachipomus* pirapitinga, *Oncorhynchus mykiss* rainbow trout, and *Oreochromis niloticus* Nile tilapia. There is a juvenile production and a medium intensified culture in Peru (PRODUCE 2009).

Nonetheless, there are other species of high commercial value, which are interesting for culture, such as *Mycteroperca xenarcha* Jordan, 1888 (Family: Serranidae), also known as "grouper", which is a bentho-neritic species that inhabits coastal rocky areas, rocks with algae, caves and mangrove lagoons (CHIRICHIGNO & CORNEJO 2001). It is distributed from San Francisco Bay (USA) to Paita (Peru), including the Galapagos Islands, occasionally reaching Callao, Peru (CHIRICHIGNO & CORNEJO 2001, ABURTO-OROPEZA *et al.* 2008).

Groupers have been considered, worldwide in recent years, as a group of marine fish with potential for aquaculture, especially for their commercial importance, meat quality, rapid growth and resistance to farming conditions (Rossi 2010).

Este recurso representa una importante fuente de ingresos para buzos (arponeros) y pescadores artesanales (llamados pinteros) de la región norte del Perú, debido a la demanda local por la calidad de su carne, idónea para la gastronomía. A consecuencia de estas actividades, en los últimos años esta especie viene atravesando una fuerte extracción, que se evidencia en la disminución de su captura (IMARPE 2013).

En este contexto el propósito del trabajo es, evaluar el acondicionamiento al cautiverio de *M. xenarcha* usando diferentes dietas comerciales, así como determinar su crecimiento e identificar su potencial acuícola con el propósito de ampliar el número de especies para cultivo acuícola del Departamento de Tumbes.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Acondicionamiento

De marzo a julio de 2015, se recolectaron 110 juveniles entre $27,7 \pm 3,7$ cm de longitud total (Lt) y $292,1 \pm 115,9$ g peso total (Pt), capturados frente a la costa de Tumbes y en los canales de marea en zonas de manglar, empleando como arte de pesca la pinta. Los peces fueron colocados en un tanque de fibra de vidrio con disponibilidad de aire comprimido y oxígeno puro; en ocasiones se agregó hielo al agua para regular la temperatura y trasladarlos al Laboratorio Costero de Tumbes del Instituto del Mar del Perú (LCT-IMARPE).

En el laboratorio, los ejemplares fueron colocados en tanques de fibra de vidrio de 6 m^3 (diámetro 3 m y altura 0,85 m) con agua de mar filtrada ($1\mu\text{m}$) y esterilizada, usando un sistema de circulación abierta y flujo de aire continuo, donde se mantuvo a $25,68 \pm 0,99$ °C de temperatura y $4,30 \pm 0,58 \text{ mg.L}^{-1}$ de oxígeno disuelto. Para evitar agresiones entre los peces, como refugio, se instalaron tubos de PVC (20 cm de longitud y 15 cm de diámetro). Transcurridas 48 horas se evaluaron sobrevivencia y estado externo, seleccionando los peces con mejores condiciones (buena movilidad, sin laceraciones), los peces seleccionados fueron sometidos a tratamientos profilácticos para la erradicación de parásitos externos.

This resource represents an important source of income for divers (harpooners) and artisanal fishermen (so-called "pinteros") in northern Peru, due to local demand for quality meat, which is ideal for gastronomy. Over the last few years, as a result of these activities, this species has been undergoing a strong extraction, as evidenced by the decrease in its catch (IMARPE 2013).

In this context, the objective of this paper is to assess the captive conditioning of *M. xenarcha* by using different commercial diets, as well as to determine its growth and to identify its aquaculture potential with the aim of expanding the number of species for aquaculture cultivation in the Tumbes Region.

2. MATERIAL AND METHODS

Conditioning

Between March and July 2015, a total of 110 juveniles, which were collected between 27.7 ± 3.7 cm in total length (TL) and 292.1 ± 115.9 g in total weight (TW), were caught off the coast of Tumbes and in tidal channels located in mangrove areas, by using the handline as fishing gear. The fish were placed in a fiberglass tank with the availability of compressed air and pure oxygen; sometimes ice was added to the water to regulate its temperature and transfer them to the Coastal Laboratory of Tumbes of the Instituto del Mar del Perú (LCT-IMARPE in Spanish).

Specimens were placed in 6 m^3 fiberglass tanks (3 m in diameter and 0.85 m in height) with previously filtered ($1\mu\text{m}$) and sterilized seawater, through an open circulation system and continuous air flow, where they were kept at 25.68 ± 0.99 °C temperature and $4.30 \pm 0.58 \text{ mg.L}^{-1}$ of dissolved oxygen. To prevent aggressions between the fish on the tanks, PVC pipes (20 cm in length and 15 cm in diameter) were installed as shelters. After 48 hours, survival and external status were assessed, by selecting the fish with the best conditions (good mobility, no lacerations), the selected fish were placed under prophylactic treatments for the removal of external parasites.

El periodo de acondicionamiento duró cinco meses finalizando cuando la mortalidad fue 0% y todos los ejemplares aceptaron el alimento formulado, para lo cual la alimentación se proporcionó una vez al día (8:00 h) *ad libitum*, iniciándose con alimento fresco (langostino, calamar y trozos de pescado) y posteriormente con alimento formulado.

Evaluación de dietas comerciales

Posterior al acondicionamiento, se efectuó la selección de 105 ejemplares, los que fueron distribuidos en cuatro grupos (tratamientos) de tallas homogéneas, no se establecieron réplicas, manteniéndose en evaluación por 9 meses. Los promedios iniciales de talla y peso se dan en la Tabla 1.

La agresividad de los peces que se observó en el periodo de acondicionamiento, fue determinante para discriminar los grupos experimentales y estructurarlos de forma homogénea, lo que permitió reducir el riesgo de lesiones y muerte durante la evaluación del crecimiento.

El diseño experimental fue establecido en bloques al azar determinando cuatro tratamientos (T_0 , T_1 , T_2 y T_3). Los ejemplares pesados y medidos se distribuyeron en los tanques con aireación y recambios de agua hasta de 200%. Las densidades fueron similares en cada tratamiento ($T_1= 2,96$; $T_2= 2,93$, $T_3= 3,11$ y $T_0= 3,12$) g.L⁻¹.

Se suministró alimento *ad libitum*, igual al del periodo de acondicionamiento. Las dietas para cada tratamiento fueron: T_1 (alimento comercial: 50% proteína, 10% grasa, 2% fibra, 12% humedad, 12% ceniza; Dieta 1), T_2 (alimento comercial: 40% proteína, 16% grasa, 4% fibra, 12% humedad, 12% ceniza; Dieta 2), T_3 (combinación del T_1 más alimento fresco (langostino, calamar, trozos de pescado); Dieta 3), y el T_0 (alimento fresco (langostino, calamar, trozos de pescado); Dieta 4) (Tabla 1).

Temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad del agua fueron medidos diariamente mediante un multiparámetro Hanna HI 9828.

Índices de crecimiento, condición y de alimentación

El crecimiento fue registrado mediante el seguimiento de la longitud total (cm) y peso total

The conditioning period lasted five months and ended when mortality was 0% and all specimens accepted the formulated food, for which feeding was provided *ad libitum* once a day (8:00 h), starting with fresh food (prawns, squid, and pieces of fish) and then with formulated food.

Assessment of commercial diets

After conditioning, the selection of 105 specimens was made, which were distributed in four groups (treatments) of homogeneous sizes, no replicas were established for each group, remaining in assessment for 9 months. The initial averages of length and weight are given in Table 1.

The aggressiveness of the fish that was observed in the conditioning period, was determinant to discriminate the experimental groups and structure them homogeneously, which allowed us to reduce the risk of injury and death while assessing growth.

The experimental design was established in random blocks and four treatments were determined (T_0 , T_1 , T_2 , and T_3). The weighed and measured specimens were distributed in tanks with aeration and water replacements of up to 200%. Similar densities were established in each treatment ($T_1= 2.96$; $T_2= 2.93$, $T_3= 3.11$, and $T_0= 3.12$) g.L⁻¹.

Ad libitum feeding was given, equal to the conditioning period. The diets for each treatment were: T_1 (commercial food: 50% protein, 10% fat, 2% fiber, 12% (water) moisture, 12% ash; Diet 1), T_2 (commercial food: 40% protein, 16% fat, 4% fiber, 12% (water) moisture, 12% ash; Diet 2), T_3 (mix of T_1 plus fresh food (shrimp, squid, fish pieces); Diet 3), and T_0 (fresh food (shrimp, squid, fish pieces); Diet 4) (Table 1).

Temperature, dissolved oxygen, pH, and salinity were measured on a daily basis using a Hanna HI 9828 multiparameter.

Growth, conditioning, and feeding rates

Growth was recorded by tracking total length (cm) and total weight (g), with an ictiometer

Tabla 1.- Características de los tratamientos y dietas para los ejemplares silvestres cultivados en laboratorio

Table 1. Characteristics of treatments and diets for wild specimens grown in the laboratory

Tanque / Tank	N°1	N°2	N°3	N°4
Tratamientos/ Treatments	T ₁	T ₂	T ₃	T ₀
	D1	D2	D3	D4
Dieta / Diet	alimento comercial 50% proteína, 10% grasa commercial food 50% protein, 10% fat	alimento comercial 40% proteína, 16% grasa commercial food 40% protein, 16% fat	combinación del T ₁ más alimento fresco/ mix of T ₁ plus fresh food	alimento fresco / fresh food
Nº de ejemplares / Nº of specimens	42	26	22	15
Lt inicial (cm) (promedio ± D.S.)/ Initial TL (cm) (average ± S.D.)	31,99 ± 2,19	27,71 ± 0,99	25,21 ± 1,03	23,03 ± 1,48
Pt inicial (g) (promedio ± D.S.) / Initial TW (g) (average ± D.S.)	423,18 ± 95,32	281,77 ± 33,28	212,36 ± 22,35	166,30 ± 43,46
Densidad inicial / Initial density (g.L ⁻¹)	2,96	2,93	3,11	3,12

D.S.=Desviación estándar / S.D.=Standard deviation

(g), con un ictiómetro ($\pm 0,5$ cm) y una balanza de precisión ($\pm 0,01$ g), respectivamente. Mensualmente se realizaron muestreos biométricos del total de individuos en cada tratamiento.

Para evaluar la isometría en el crecimiento (por cada tratamiento) así como también en cada mes, la relación peso - longitud siguió una ecuación potencial: ($P=a.L^b$), donde P es el peso total (g) y L es la longitud total (cm). Independientemente, en cada tratamiento se verificó si $b=3$.

El incremento diario de peso individual (IDPI) se determinó mediante la fórmula:

$$\text{IDPI (g.día}^{-1}\text{)} = \text{Pf} - \text{Pi} / \text{t}$$

Pf = peso promedio final

Pi = peso promedio inicial

t = número de días del período

La tasa de crecimiento específica en longitud (TCE Lt) y peso (TCE Pt) se determinó mediante la fórmula:

$$\text{TCE Lt (\% .día}^{-1}\text{)} = [(\ln \text{Ltf} - \ln \text{Lti}) * 100] / \text{N}^\circ \text{ días}$$

$$\text{TCE Pt (\% .día}^{-1}\text{)} = [(\ln \text{Pt} - \ln \text{Pti}) * 100] / \text{N}^\circ \text{ días}$$

$\ln \text{Ltf}$ = logaritmo natural de la longitud final

$\ln \text{Lti}$ = logaritmo natural de la longitud inicial

(± 0.5 cm) and a precision scale (± 0.01 g), respectively. Biometric samples of the total number of individuals in each treatment were taken on a monthly basis.

In order to assess isometry in growth (for each treatment) as well as in each month, the weight-length ratio followed a potential equation: ($P=a.L^b$), where P is the total weight (g) and L is the total length (cm). Independently, in each treatment, it was verified if $b=3$.

The individual daily weight increase (IDWI) was determined by the formula:

$$\text{IDWI (g.day}^{-1}\text{)} = \text{Pf} - \text{Pi} / \text{t}$$

Pf = final mean weight

Pi = initial mean weight

t = number of days in the period

The specific growth rate in length (TCE Lt) and weight (TCE Pt) was determined by the formula:

$$\text{TCE Lt (\% .day}^{-1}\text{)} = [(\ln \text{Ltf} - \ln \text{Lti}) * 100] / \text{N}^\circ \text{ days}$$

$$\text{TCE Pt (\% .day}^{-1}\text{)} = [(\ln \text{Pt} - \ln \text{Pti}) * 100] / \text{N}^\circ \text{ days}$$

$\ln \text{Ltf}$ = natural logarithm of the final length

$\ln \text{Lti}$ = natural logarithm of the initial length

$\ln P_{tf}$ = logaritmo natural del peso húmedo final

$\ln P_{ti}$ = logaritmo natural del peso húmedo inicial

El factor de condición (K) fue estimado con la fórmula:

$$K \text{ (g.cm}^{-3}\text{)} = (Pt / (Lt^3)).100$$

Pt = peso (g)

Lt = Longitud total (cm)

El factor de conversión alimentaria (FCA) que indica la transformación del alimento consumido por los peces en tejido corporal, fue determinado mediante la relación entre la cantidad de alimento consumido y el incremento de la biomasa de los juveniles de *M. xenarcha* en cada tratamiento:

$$FCA \text{ (g alimento. g peso pez}^{-1}\text{)} = (\text{alimento consumido} / \text{incremento de biomasa})$$

Se determinó la sobrevivencia en porcentaje, calculándose la relación entre el número de individuos al inicio y fin del experimento.

Análisis de datos

En cada tratamiento las diferencias/similitudes en peso (g), longitud (cm), incremento diario de peso individual (IDPI), tasa de crecimiento específica (TCE), factor de condición (K) y factor de conversión alimentaria, se evaluaron con el análisis de varianza (ANOVA) de un factor con $\alpha=0,05$, complementando con la prueba de Tuckey con $\alpha=0,05$. Previamente, se verificó la normalidad (test de Shapiro Wilk) y homogeneidad de la varianza (test de Levene). Los datos que no presentaron normalidad u homogeneidad de varianza se intentaron transformar con el fin de cumplir con los supuestos; en caso contrario se analizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

La isometría para la relación peso - longitud, se comprobó con un modelo potencial de exponente cúbico ($b=3$). Se empleó la prueba t de Student de dos colas (prueba isométrica) para determinar diferencias significativas entre las pendientes estimadas y el valor teórico de isometría ($b=3$; $p \geq 0,05$), para determinar el tipo de crecimiento. El análisis de los datos, test estadísticos y gráficos se

$\ln P_{tf}$ = natural logarithm of the final wet weight

$\ln P_{ti}$ = natural logarithm of the initial wet weight

The condition factor (K) was estimated with the formula:

$$K \text{ (g.cm}^{-3}\text{)} = (Pt / (Lt^3)).100$$

Pt = weight (g)

Lt = Total length (cm)

The food conversion factor (FCA), which indicates the transformation of the food consumed by the fish into body tissue, was determined by the relationship between the amount of food consumed and the increase in the biomass of the juveniles of *M. xenarcha* in each treatment:

$$FCA \text{ (g food. g fish weight}^{-1}\text{)} = (\text{consumed food} / \text{increased biomass})$$

Survival was determined as a percentage, and the ratio between the number of individuals at the beginning and end of the experiment was estimated.

Data analysis

In each treatment the differences/similarities in weight (g), length (cm), individual daily weight increase (IDWI), specific growth rate (TCE), condition factor (K) and food conversion factor were assessed with the analysis of variance (ANOVA) of a factor with $\alpha=0.05$, supplemented by the Tuckey test with $\alpha=0.05$. The normality (Shapiro-Wilk test) and homogeneity of the variance (Levene test) were previously verified. Data that did not show normality or homogeneity of variance were attempted to transform in order to comply with the assumptions; otherwise, the Kruskal-Wallis non-parametric test was analyzed.

The isometry for the weight-length ratio was tested with a potential cubic exponent model ($b=3$). The Student t-test of two tails (isometric test) was used to determine significant differences between the estimated slopes and the theoretical isometric value ($b=3$; $p \geq 0.05$), to determine the type of growth. Data analysis, statistical tests, and graphs were performed by

realizaron mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics Versión 19.0.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acondicionamiento de los peces

Durante el periodo de acondicionamiento la temperatura varió entre 23,4 y 28,3 °C y el oxígeno disuelto del agua entre 3,29 y 5,51 mg.L⁻¹. En los primeros meses de acondicionamiento, los peces no admitieron ningún tipo de alimento; a partir del tercer mes y en forma gradual fueron aceptando el alimento fresco (langostino, calamar y trozos de pescado) y el alimento formulado. Los peces más pequeños, demostraron mayor movilidad, capturaban el alimento en la superficie del tanque y los más grandes iniciaban el consumo en la columna de agua a medida que el alimento se precipitaba.

En el cuarto mes, cuando todos los peces aceptaron por completo el alimento fresco, se observó una conducta jerárquica en los peces de mayor tamaño, especialmente durante la alimentación, originando lesiones en las aletas y descamación en los ejemplares pequeños; la colocación de tubos de PVC como refugio redujo las agresiones entre los peces, resultados que también mencionan FLORES y RENDIC (2011).

Durante el periodo de acondicionamiento no se registró mortalidad asociada a esta conducta agresiva y territorial, observación que también fue reportada por HEEMSTRA y RANDALL (1993) en ejemplares de *M. rosacea*, explicando el comportamiento natural de peces de la subfamilia Epinephelinae, los cuales son considerados depredadores de emboscada. La supervivencia en este periodo fue 98,1%; la mortalidad registrada se produjo en el primer mes, pereciendo los ejemplares que tenían lesiones mayores producidas en la captura, característica que se da en otras especies (BOTERO y OSPINA 2003, MUÑOZ *et al.* 2012).

Se observó una conducta de estrés en los ejemplares evidenciado por el cambio de coloración y manchas en el cuerpo, comportamiento que se registra en las especies de esta subfamilia y que fue descrito por HEEMSTRA y RANDALL (1993). Según ROSSI (2010) este fenómeno ocurre debido a alguna reacción

means of the IBM SPSS Statistics Version 19.0 software.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Conditioning of fishes

Over the conditioning period, the temperature ranged from 23.4 to 28.3 °C and the dissolved oxygen in the water varied from 3.29 to 5.51 mg.L⁻¹. In the first months of conditioning, the fishes did not admit any type of food; from the third month, and gradually, they were accepting fresh food (shrimp, squid, and pieces of fish) and formulated food. The smaller fishes, which demonstrated greater mobility, captured the food on the surface of the tank and the larger fish began to feed in the water column as the food precipitated.

In the fourth month, when all the fish fully accepted the fresh food, a hierarchical behavior was observed in the larger fish, especially during feeding, resulting in lesions on the fins and desquamation in the small fish; the placement of PVC pipes as shelter reduced aggressions between the fish, these findings were also mentioned by FLORES & RENDIC (2011).

No mortality associated with this aggressive and territorial behavior was recorded during the conditioning period. This observation was also reported by HEEMSTRA & RANDALL (1993) in *M. rosacea* specimens, who explained the natural behavior of fish of the subfamily Epinephelinae, which are considered ambush predators. Survival in this period was 98.1%; the recorded mortality occurred in the first month, when the specimens, that had major injuries produced when they were caught, perished, which is a characteristic that occurs in other species (BOTERO & OSPINA 2003, MUÑOZ *et al.* 2012).

It was observed a stress behavior in the specimens as evidenced by the change of color and spots in the body, a behavior registered in the species of this subfamily and described by HEEMSTRA & RANDALL (1993). According to ROSSI (2010), *this phenomenon occurs due to some physiological reaction under a threatening*

fisiológica bajo una situación amenazante o condición de estrés y se caracteriza por la formación de manchas y/o líneas verticales blancas en el cuerpo del animal, también observado en *M. rosacea*. En este estudio se observó, tal comportamiento especialmente en el periodo de acondicionamiento, presentándose esporádicamente durante el experimento en todos los tratamientos.

Los tratamientos profilácticos con mejores resultados para la erradicación de parásitos y recuperación externa fueron los baños de inmersión en agua dulce por 30 a 60 minutos/3 días, baños de formalina por 30 a 45 minutos/4 días no consecutivos (concentración de 1,000 ppm) y baños con azul de metileno por 60 minutos (concentración 200 ppm como lo describen BENETTI (1997) y ESPINOZA *et al.* (2007)).

Crecimiento e índices de condición

Los incrementos mensuales en longitud total, registrados en cada tratamiento, siguieron una distribución normal ($p > 0,05$) pero no presentaron homogeneidad de varianzas ($p = 0,002$). Se contrastó la diferencia entre tratamientos (ANOVA, $F = 4,272$; $p = 0,012$), verificándose dos grupos: (T_1-T_2) y (T_3-T_0), Tukey $p = 0,236$ y $p = 0,694$). La diferencia entre tratamientos se comprobó mediante Kruskal-Wallis prueba no paramétrica ($p = 0,026$). Se registraron los mejores valores de incremento mensual y total en el grupo del tratamiento T_3 (2,5 - 22,50 mm) y el tratamiento T_0 (3,26 - 29,34 mm), respectivamente. El incremento mensual en peso total, siguió una distribución normal ($p > 0,05$) y presentó homogeneidad de varianzas ($p = 0,344$) pero no hubo diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA, $F = 0,403$; $p = 0,752$) (Tabla 2).

La densidad en peso del cultivo en los tratamientos fue ascendente durante el tiempo y varió entre 3,31 y 4,72 g.L⁻¹. Los IDPI difieren significativamente entre los tratamientos (ANOVA, $F = 4,86$; $p = 0,007$), registrándose los mejores valores en T_3 (0,28) y T_0 (0,31) g.día⁻¹, igualmente el TCE tanto para Lt y Pt difirieron significativamente ($p < 0,05$) los mejores valores se dieron en T_3 (0,11) y T_0 (0,15) % .día⁻¹ (Tabla 2). No existen estudios sobre el crecimiento en cautiverio de esta especie, pero estos valores son menores que los reportados por Rossi (2010): TCE 1,15%.día⁻¹ a una densidad de 3,8 g.L⁻¹ para *M. rosacea*.

situation or stress condition and it is characterized by the formation of spots and/or white vertical lines in animal's body, which was also observed in *M. rosacea*. In this study such behavior was observed, especially in the conditioning period, occurring sporadically during the experiment in all treatments.

The prophylactic treatments with best results for parasite removal and external recovery were freshwater immersion baths for 30 to 60 minutes/3 days, Formalin Baths for 30 to 45 minutes/4 non-consecutive days (concentration of 1000 ppm), and Methylene Blue Baths for 60 minutes (concentration of 200 ppm as described by BENETTI (1997) and ESPINOZA *et al.* (2007)).

Growth and conditioning rates

The monthly increases in total length, which were recorded for each treatment, followed a normal distribution ($p > 0,05$) but did not show homogeneity of variances ($p = 0,002$). Differences between treatments were contrasted (ANOVA, $F = 4,272$; $p = 0,012$), resulting in two groups verified: (T_1-T_2) and (T_3-T_0), Tukey $p = 0,236$ and $p = 0,694$). The difference between treatments was verified by using the Kruskal-Wallis non-parametric test ($p = 0,026$). The best monthly and total increase values were recorded in the treatment group T_3 (2.5 - 22.50 mm) and treatment T_0 (3.26 - 29.34 mm), respectively. The monthly increase in total weight followed a normal distribution ($p > 0,05$) and presented homogeneity of variances ($p = 0,344$) but no significant differences between treatments (ANOVA, $F = 0,403$; $p = 0,752$) (Table 2).

The density in culture weight in the treatments was ascending throughout time and varied between 3.31 and 4.72 g.L⁻¹. The IDWIs differed significantly between treatments (ANOVA, $F = 4,86$; $p = 0,007$), recording the best values in T_3 (0.28) and T_0 (0.31) g.day⁻¹, likewise the TCE for both Lt and Pt significantly differed ($p < 0,05$) the best values were given in T_3 (0.11) and T_0 (0.15) % .day⁻¹ (Table 2). There are no studies on captive growth of this species, but these values are lower than those reported by Rossi (2010): TCE 1.15%.day⁻¹ at a density of (3.8 g.L⁻¹) for *M. rosacea*.

Durante el estudio los parámetros fisicoquímicos del agua registrados en los tanques mantuvieron valores diarios relativamente constantes (O₂: 3,81 – 4,68 mg.L⁻¹; Salinidad: 33 - 35 ups, T: 23,9 - 26,8 °C y pH 7,37 – 8,25); valores que son adecuados, como los reportados para cultivo de peces marinos según TUCKER (1999).

Para el análisis de peso-longitud, la prueba de isometría evidenció que el crecimiento en el tratamiento T₂ fue alométrico negativo (Media= 2,8604; $p= 0,017$) ocasionada posiblemente por la dieta suministrada, que se comprobó con los menores pesos registrados; mientras que los tratamientos T₁ (Media= 2,9997; $p= 0,992$), T₃ (Media= 2,9117; $p= 0,235$) y T₀ (Media= 2,9979; $p= 0,987$) presentan isometría. (Fig. 1).

In this study, the physical-chemical parameters of the water recorded in the tanks maintained a relatively constant daily value (O₂: 3.81 – 4.68 mg.L⁻¹; Salinity: 33 - 35 ups, T: 23.9 – 26.8 °C, and pH 7.37 – 8.25); values that are adequate, such as those reported for marine fish culture according to TUCKER (1999).

For the weight-length analysis, the isometry test showed that the growth in the T₂ treatment was negative allometric (Mean= 2.8604; $p= 0.017$) possibly caused by the diet provided, which was verified with the lowest recorded weights; while the T₁ (Mean= 2.9997; $p= 0.992$), T₃ (Mean= 2.9117; $p= 0.235$), and T₀ (Mean= 2.9979; $p= 0.987$) treatments present an isometric result. (Fig. 1).

Tabla 2.- Parámetros de crecimiento de *M. xenarcha* en cautiverio: Lt Longitud total, Pt: Peso total, IDPI: Incremento diario de peso individual, K: Factor de condición, CV: Coeficiente de variación, TCE: Tasa de crecimiento específica y FCA: factor de conversión alimentaria

Table 2. Captive growth parameters of *M. xenarcha*: Lt Total length, Pt: Total weight, IDWI: Individual daily weight increase, K: Condition factor, CV: Coefficient of variation, TCE: Specific growth rate, and FCA: Food conversion factor

Tratamiento / Treatment	T ₁	T ₂	T ₃	T ₀
Fecha / Date	Inicio 11 de Febrero 2016 al 11 de Noviembre 2016			
Tanques / Tanks	1	2	3	4
Dieta / Diet	D1	D2	D3	D4
Nº de ejemplares / Nº of specimens	42	26	22	15
Supervivencia (%) / Survival (%)	100	100	100	100
Lt inicial (cm)	31,99 ± 2,19	27,71 ± 0,99	25,21 ± 1,03	23,03 ± 1,48
Lt final (cm)	33,04 ± 2,17	28,85 ± 1,22	27,46 ± 1,30	25,97 ± 1,90
Incremento Lt (mm)	10,48	11,34	22,50	29,34
Incremento Lt (%)	3,28	4,09	8,92	12,74
Incremento Lt (mm/mes)	1,16	1,26	2,50	3,26
Pt inicial (mm)	423,18 ± 95,32	281,77 ± 33,28	212,36 ± 22,35	166,30 ± 43,46
Pt final (mm)	473,42 ± 96,66	306,24 ± 43,80	289,64 ± 44,76	251,47 ± 65,68
Incremento Pt (g)	50,24	24,47	77,28	85,17
Incremento Pt (%)	11,87	8,69	36,39	51,22
Incremento Pt (g/mes)	5,58	2,72	8,59	9,46
IDPI (g/día)	0,18	0,09	0,28	0,31
Densidad inicial (g.L ⁻¹)	2,96	2,93	3,11	3,12
Densidad final (g.L ⁻¹)	3,31	3,18	4,25	4,72
K inicial	1,293	1,324	1,326	1,361
K final	1,313	1,276	1,400	1,436
CV Lt inicial (%)	6,87	3,58	4,09	6,43
CV Lt final (%)	6,57	4,21	4,73	7,33
CV Pt inicial (%)	22,52	11,81	10,53	26,13
CV Pt final (%)	20,42	14,30	15,45	26,12
TCE Lt (%)	0,01	0,01	0,03	0,04
TCE Pt (%)	0,04	0,03	0,11	0,15
FCA	12,4	17,0	11,3	12,8

Según las pruebas estadísticas el factor de condición K (promedio= 1,33) siguió una distribución normal ($p > 0,05$) excepto el T_1 ($p = 0,43$) y presentaron homogeneidad de varianzas ($p = 0,30$), contrastando diferencia entre los tratamientos (ANOVA, $F = 31,05$; $p < 0,05$). En la actualidad no se han reportado datos sobre el factor de condición K en condiciones de cultivo en ambiente controlado para la especie *M. xenarcha*, pero sí para especímenes del género *Mycteroperca*. A pesar que la literatura indica que valores superiores a 1 evidencian una condición de bienestar favorable en la especie (IRIGOYEN-ARREDONDO *et al.* 2016, MUSTAFA *et al.* 2015) los resultados de esta investigación describen dos grupos (Tukey, $p = 0,994$ y $p = 0,422$), el grupo conformado por (T_3-T_0) revela los mejores resultados utilizando alimento fresco y los del grupo (T_1-T_2) que muestra

Based on the statistical tests, the condition factor (K) (mean = 1.33) followed a normal distribution ($p > 0.05$) except for T_1 ($p = 0.43$) and presented homogeneity of variances ($p = 0.30$), which contrasted the difference between the treatments, (ANOVA, $F = 31.05$; $p < 0.05$). Currently, no data have been reported on the condition factor (K) under controlled environmental conditions for the species *M. xenarcha*, but for specimens of the genus *Mycteroperca*. Although the literature indicates that values higher than 1 show a favorable welfare condition in the species (IRIGOYEN-ARREDONDO *et al.* 2016, MUSTAFA *et al.* 2015) the results of this research describe two groups (Tukey, $p = 0.994$ and $p = 0.422$), the group formed by (T_3-T_0) presents the best results by using fresh food and those of the group (T_1-T_2) that shows lower values and that could be

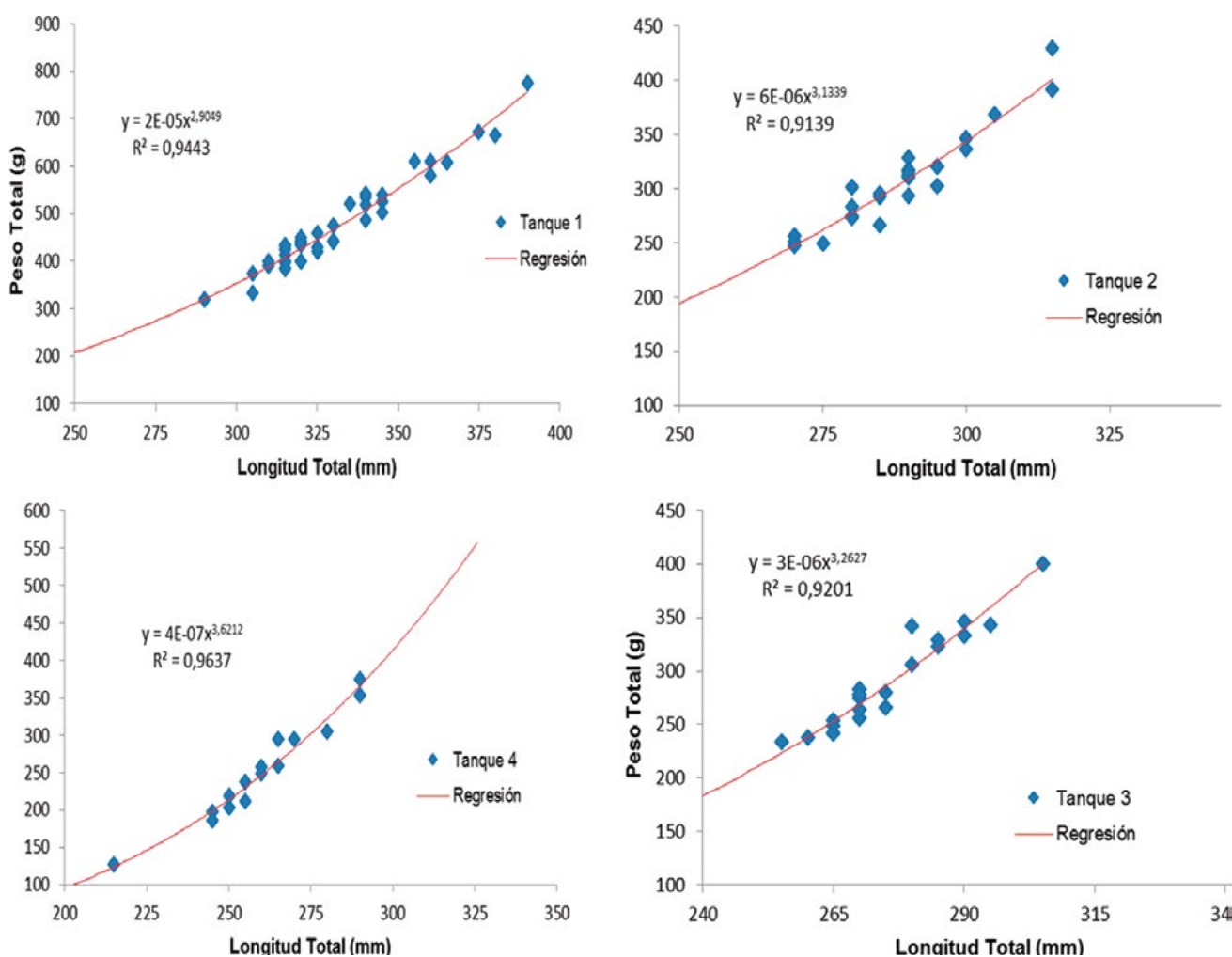


Figura 1.- Relación peso - longitud de *Mycteroperca xenarcha*, en los cuatro tanques

Figure 1. Weight - length ratio of *Mycteroperca xenarcha*, in the four tanks

valores inferiores y que se podría atribuir al tipo de alimento proporcionado, el cual no cubriría los requerimientos nutricionales de esta especie (Fig. 2).

La dieta suministrada en los tratamientos T_3 y control T_0 a base de alimento fresco (langostino, calamar y trozos de pescado) fue siempre bien aceptada por los peces, reflejándose con los mejores valores de IDPI y TCE; sin embargo, el factor de conversión alimentaria en todos los tratamientos fue elevado ($T_1 = 12,4$; $T_2 = 17,0$; $T_3 = 11,3$ y $T_0 = 12,8$), reflejando una equivocada alimentación en todos los tratamientos, a pesar de que la mayoría de los cultivos de meros, dependen del alimento fresco denominado (*Trash Fish*) expresando un FCA relativamente alto (TUCKER Jr. 1999, BOTERO y OSPINA 2002).

La supervivencia no se vio afectada por el tipo de dieta empleada en el cultivo de juveniles de meros, alcanzando el 100% en todos tratamientos, lo que mostró que el método de cultivo utilizado fue conveniente para el desarrollo de esta especie en cautiverio.

attributed to the type of food provided, which would not cover the nutritional requirements of this species (Fig. 2).

The diet provided in the T_3 and T_0 control treatments, based on fresh food (shrimp, squid, and fish pieces), was always well accepted by the fish and this was reflected in the best IDWI and TCE values; however, the food conversion factor in all treatments was high ($T_1 = 12.4$; $T_2 = 17.0$; $T_3 = 11.3$ and $T_0 = 12.8$), which reflects a wrong feeding in all treatments, despite the fact that most grouper cultures depend on fresh food called (*Trash Fish*) expressing a relatively high FCA (TUCKER Jr. 1999; BOTERO & OSPINA 2002).

Survival was not affected by the type of diet used in the culture of juvenile groupers, reaching 100% in all treatments, which showed that the applied culture method was convenient for the development of this species in captivity.

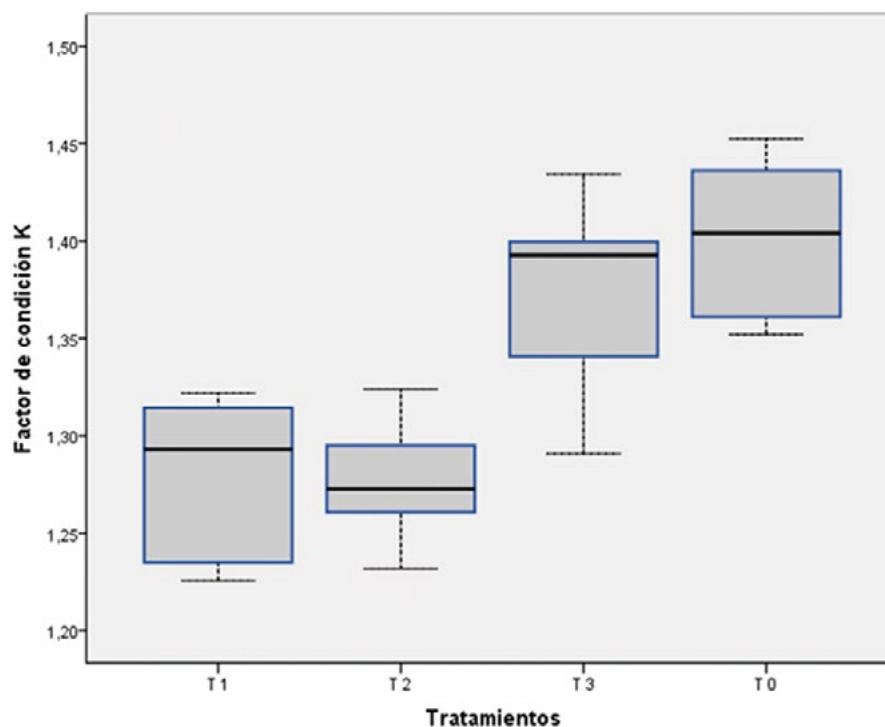


Figura 2.- Factor de condición (K) de *M. xenarcha* alimentados con diferentes dietas (D1, D2, D3 y D4), al finalizar 9 meses de estudio

Figure 2. Condition factor (K) of *M. xenarcha*, fed with different diets (D1, D2, D3 and D4), at the end of 9 months of study

4. CONCLUSIONES

La metodología de captura y acondicionamiento al cautiverio durante cinco meses permitió controlar y establecer a 105 ejemplares juveniles de *Mycteroperca xenarcha* para ser utilizados en las pruebas experimentales de crecimiento con diferentes dietas.

Los mejores resultados de crecimiento (IDPI, TCE) y factor de condición (K) de *M. xenarcha* se obtuvieron en los tratamientos control T₀ y T₃, con las dietas D4 (alimento fresco) y D3 (combinación del T₁ más alimento fresco). Estos resultados sugieren la posibilidad que el alimento comercial formulado utilizado en el T₁ (Dieta 1) y en el T₂ (Dieta 2) no cubrirían los requerimientos mínimos nutricionales para el crecimiento de la especie en cautiverio.

Agradecimientos

La investigación fue realizada con financiamiento del PpR Ordenamiento y Desarrollo de la Acuicultura (DGIA-IMARPE). Los autores agradecen a Derly Herrera personal técnico del área de acuicultura por su colaboración. Asimismo a Manuel Vera por las recomendaciones para el presente trabajo y a todo el personal del Laboratorio Costero de Tumbes por el valioso apoyo en la ejecución del proyecto.

4. CONCLUSIONS

The methodology of catch and conditioning to captivity for five months allowed us to control and establish 105 juvenile specimens of *Mycteroperca xenarcha* to be used in experimental growth tests with different diets.

The best growth results (IDWI, TCE) and condition factor (K) of *M. xenarcha* were obtained in the T₀ and T₃ control treatments, with diets D4 (fresh food) and D3 (mix of T₁ plus fresh food). These results suggest the possibility that the formulated commercial food used in T₁ (Diet 1) and T₂ (Diet 2) would not meet the minimum nutritional requirements for the growth of the species in captivity.

Acknowledgments

The research was carried out with funding from PpR Aquaculture Management and Development (DGIA-IMARPE). The authors thank Derly Herrera, technical staff in the aquaculture area, for her collaboration. Also to Manuel Vera for his recommendations for this paper and to all the staff of the Coastal Laboratory of Tumbes for the valuable support in the execution of the project.

5. REFERENCIAS / REFERENCES

- ABURTO-OROPEZA O, ERISMAN B, VALDEZ-ORNELAS V, DANEMANN G. 2008. Serránidos de Importancia Comercial del Golfo de California: Ecología, Pesquerías y Conservación, Ciencia y Conservación. Pro Natura Noroeste. Vol. 1: 43 pp. https://www.researchgate.net/profile/Octavio_Aburto-Oropeza/publication/281333378_Serranidos_de_importancia_comercial_del_Golfo_de_California_Ecologia_pesquerias_y_conservacion/links/572b603908aef5d48d327860/Serranidos-de-importancia-comercial-del-Golfo-de-California-Ecologia-pesquerias-y-conservacion.pdf. Obtenido en febrero 2015.
- BENETTI D. 1997. Spawning and larval husbandry of flounder *Paralichthys woolmani* and pacific yellowtail *Seriola mazatlanana*, new candidate species for aquaculture. *Aquaculture*. (155): 307-318.
- BOTERO J, OSPINA J. 2003. Crecimiento y desempeño general de juveniles silvestres de mero guasa *Epinephelus itajara* (Lichtenstein) mantenidos en jaulas flotantes bajo diferentes condiciones de cultivo. *Bol. Invest. Mar. Cost. CENIACUA*. 32: 25-36.
- CARRERA L, COTA N, MONTES M. 2013. Compendio metodológico para la reproducción de "lenguado" *Paralichthys adspersus* en cautiverio. Proyecto producción de semilla del Lenguado *Paralichthys adspersus* en cautiverio: IMejoramiento de la calidad y cantidad de desoves. Contrato N° 051-FINCYT-PIBAP-2009. Instituto del Mar del Perú, Callao, 60 p. Disponible en: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/2186> Obtenido en agosto 2014.
- CHIRICHIGNO N, CORNEJO M. 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Publicación especial. *Inst Mar Perú*. 314 pp.

- ESPINOZA C, PEREA A, CALDERÓN J, SALAZAR C, BUITRÓN B, VERA V, MECKLENBURG E, ROJAS P. 2007. Captura y acondicionamiento en cautiverio de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*. Inf Inst Mar Perú. 34 (3): 269 – 277.
- FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>. Obtenido en noviembre 2017.
- FLORES H, RENDIC J. 2011. Conducta alimenticia, supervivencia y crecimiento de juveniles silvestres de *Graus nigra* (Philippi, 1887) en cautiverio. Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar Universidad Católica del Norte. Coquimbo – Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 39(3):607-612 p. doi: 10.3856/vol39-issue3-fi1lltext-21
- HEEMSTRA P, RANDALL J. 1993. FAO Species Catalogue. Groupers of the world (family Serranidae, subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date. Rome, FAO. FAO Fish. Synop. 125(16): 382 p
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2013. Informe Interno Seguimiento de Pesquerías de los Principales Recursos Pesqueros. Tumbes - Perú. 5 pp.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2015. Laboratorio de Cultivos Marinos. Disponible en: http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I0170050101000000000000 Obtenido en noviembre 2015.
- IRIGOYEN-ARREDONDO M S, MARÍN-ENRÍQUEZ E, MORENO-SÁNCHEZ X G, ABITIA A, RÁMIREZ-PÉREZ J S. 2016. Weight-length relationship and condition factor of leopard grouper *Mycteroperca rosacea* (Perciformes: Serranidae) from the Gulf of California. California Fish and Game. 102(2): 50-54.
- MUÑOZ A, SEGOVIA E, FLORES H. 2012. Acondicionamiento de reproductores, desove y cultivo larval de *Graus nigra* (Philippi, 1887) (Kyphosidae:Girellinae). Latin American Journal of Aquatic Research. 40(3): 584-595.
- MUSTAFA S, HAFIZZIE H M, SENOO S, SEOK K A Y. 2015. Conditioning of broodstock of tiger grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*, in a recirculating aquaculture system. Aquaculture Reports. 2: 117-119.
- PALACIOS E, ROSALES Y, RAVINOVICH G. 2015. Efecto del fotoperiodo y temperatura sobre la maduración y reproducción de *Cynoscion phoxocephalus* ("Corvina-Cherela") en la zona norte del Perú. Manglar. 12 (2): 3-10. Disponible en: <http://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/50> Obtenida en enero 2017
- PRODUCE. 2009. Plan Nacional de Desarrollo Acuícola. (PNDA 2009). 15 pp.
- ROSSI G. 2010. Crecimiento y tasa de ingestión de alimento de juveniles de cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*) bajo diferentes densidades de cultivo. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 115 pp. Disponible en: http://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/3654/rolim_g.pdf?sequence=1&isAllowed=y Obtenido en enero 2015.
- TUCKER J W Jr. 1999. Species profile. Grouper aquaculture: Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication. No. 721: 12.