

ARTÍCULO

Evaluación de dietas formuladas para la corvina rubia, *Micropogonias furnieri* (Osteichthyes: Sciaenidae)

Evaluation of formulated diets for whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri*
(Osteichthyes: Sciaenidae)

Sergio Néstor Bolasina¹ y Nicolás Benedetti²

¹Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio-Ambiental de Macaé, Universidad Federal de Rio de Janeiro, Av. São José do Barreto, 764 - São José do Barreto, Macaé - RJ, 27965-045, Brasil. sbolasina@hotmail.com

²Universidad Nacional de Mar del Plata, Dean Funes 3350, (7600) Mar del Plata, Argentina

Abstract.- The aim of this study was to evaluate the effects of partial replacement (50%) of fish meal by bovine meat meal in diets formulated for juvenile whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri*. The growth, feed conversion, apparent digestibility of proteins and lipids and survival of fish fed with both diets was determined. The increase in length (cm) and weight (g) was similar in fish fed with control diet (10.34 and 9.77%, respectively), compared with replacement diet (6.78 and 7.10%, respectively). Survival rate was similar in fish fed with control diet (88.9%) than the replacement diet (86.3%). Protein apparent digestibility of control and replacement diet was 88.8%, and 85.9%, respectively. Lipid apparent digestibility was similar for both treatments (96.6 and 96.8%). The proximate composition of protein and lipids in muscle did not vary between treatments. It is concluded that meat meal could serve as an alternative source replacement of fish meal in diets for *Micropogonias furnieri*. It is necessary to continue this research in order to increase the understanding of the nutritional requirements of this species.

Key words: *Micropogonias furnieri*, growth, digestibility, diets

Resumen.- El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos del reemplazo parcial (50%) de la harina de pescado por harina de carne bovina en dietas formuladas para juveniles de corvina rubia, *Micropogonias furnieri*. Se determinó el crecimiento, la eficiencia de conversión del alimento, la digestibilidad aparente de proteínas y lípidos y la supervivencia utilizando dos tipos de dietas isonitrogenadas (proteína cruda 38%), control y reemplazo. El incremento en longitud (cm) y en peso (g) fue mayor en los ejemplares alimentados con la dieta control (10,34 y 9,77% respectivamente), a los que se les suministró la dieta con reemplazo el incremento fue del 6,78 y 7,10%, respectivamente. La supervivencia fue similar para los ejemplares alimentados con la dieta control (88,9%) que con la dieta de reemplazo (86,3%). La digestibilidad aparente de proteínas para los individuos alimentados con la dieta control fue del 88,8%, para los individuos alimentados con la dieta con reemplazo de harina de carne el valor obtenido fue del 85,9%. El porcentaje de digestibilidad aparente para lípidos totales fue similar para ambos tratamientos (96,6 y 96,8%). La composición proximal de proteína y lípidos en músculo no varió significativamente con los tratamientos. Se concluye que la harina de carne puede utilizarse como fuente alternativa de reemplazo de la harina de pescado para la fabricación de dietas utilizadas en el engorde de *Micropogonias furnieri*. Se requiere continuar las investigaciones para aumentar el conocimiento de los requerimientos nutricionales de esta especie.

Palabras clave: *Micropogonias furnieri*, crecimiento, digestibilidad, dietas

INTRODUCCIÓN

La corvina rubia *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) es una especie eurihalina ampliamente distribuida a lo largo de las costas del océano Atlántico Occidental desde México (20°N) el Golfo de San Matías, Argentina (41°S) (Isaac 1988, Vazzoler 1991). Habita en las aguas de fondo y es explotada por las principales pesquerías costeras de Argentina y Uruguay (Carozza 2010). Las capturas anuales de esta especie en Argentina fueron de 38.417,2 ton en 2014 (MAGyP 2015)¹.

Las capturas anuales en Brasil entre 2000 y 2012 fueron entre 6.314 y 19.455 ton, siendo durante 2010 la principal especie desembarcada por la flota industrial en Santa Catarina (Schroeder *et al.* 2014). La explotación llegó a niveles no sostenibles a partir de 1990 (Haimovici & Ignacio 2005).

Existen algunos estudios para evaluar la posibilidad de su cultivo. Sampaio *et al.* (2011) determinaron el crecimiento

¹MAGyP. 2015. INFORME GPN°3/2015. Informe Anual Variado Costero, 2014. <http://www.agroindustria.gov.ar/site/pesca/pesca_maritima/04=informes/10-principales%20pesquer%C3%ADas/index.php>

de juveniles en jaulas utilizando ración para camarón marino como alimento. La tasa diaria óptima de alimentación determinada en juveniles por Ciechowski (1981) fue de 3,58% en promedio. Aristizabal-Abud *et al.* (1992) encontraron un aumento significativo en el peso medio de los peces con el correspondiente aumento en la ración de alimentos de 3% a 5% por día. En ambos trabajos se utilizó como alimento calamar (*Illex argentinus*). Hasta el momento no se han realizado estudios relativos a los requerimientos nutricionales y formulación de dietas para *Micropogonias furnieri*. Este estudio propone definir parámetros básicos como el crecimiento, la eficiencia de conversión del alimento, la digestibilidad aparente de proteínas y lípidos y la supervivencia frente a dos tipos de dietas formuladas en laboratorio.

Dentro de la familia Sciaenidae, existen especies que han sido estudiadas por el interés en el desarrollo de su cultivo comercial. *Sciaenops ocellatus* (Linnaeus, 1766), especie conocida como corvina roja o red drum se cultiva con fines comerciales y con éxito en los Estados Unidos. El uso de dietas secas y la composición óptima de la dieta son estudios considerados de gran interés para esta especie (Reigh & Ellis 1992, Serrano *et al.* 1992, Moon & Gatlin III 1994, Davis *et al.* 1995, Lazo *et al.* 2000, Patterson & Gatlin III 2013, Castillo *et al.* 2014, Moxley *et al.* 2014). Oesterling *et al.* (2004), indicaron a otra especie de esta familia, *Micropogonias undulatus* (Linnaeus, 1766) como prioritaria para cultivo como carnada en Estados Unidos. Creswell *et al.* (2007) consideran que su cultivo puede tener un impacto socio-ecológico positivo en la comunidad de pescadores locales y sostienen que el conocimiento de sus requerimientos nutritivos es de fundamental importancia para su implementación comercial.

Se ha determinado que un nivel de entre 35 a 50% de proteínas en la confección de dietas es adecuado para lograr un crecimiento óptimo en juveniles de *S. ocellatus* (Williams & Robinson 1986, Robinson 1988, Turano *et al.* 2002, Patterson & Gatlin III 2013, Moxley *et al.* 2014, Castillo *et al.* 2014). Davis & Arnold (1997) estudiando a *M. undulatus*, encontraron que un 45% de proteínas y un 8% de lípidos en las dietas son óptimos para el crecimiento adecuado de juveniles de esta especie.

Los lípidos son la forma principal de almacenamiento de energía, y su inclusión en las dietas por lo general incrementa la palatabilidad (Smith 1980). Una dieta balanceada para peces debe incluir lípidos, tanto para ser fuente de energía como para proveer los ácidos grasos esenciales (Robinson 1988). Se determinó en *S. ocellatus* que la supervivencia más alta y la mayor tasa de crecimiento se obtuvo utilizando dietas 7-13% de lípidos (Patterson & Gatlin III 2013, Williams & Robinson 1987).

Históricamente, la harina de pescado ha sido la principal fuente de proteínas en la formulación de dietas para peces. Las especies de peces utilizadas para la producción de harina de pescado están siendo explotados al nivel máximo sostenible (Tacon & Metian 2008). La harina de carne bovina puede ser considerada como una fuente alternativa de proteínas de bajo costo comparándola con la harina de pescado. Se ha determinado en *Paralichthys olivaceus*, *Seriola quinqueradiata*, *Oreochromis niloticus* y *Oncorhynchus mykiss* que las dietas con reemplazo de harinas animales de origen marino por terrestre son aptas para estas especies, generalmente cuando el aporte proteico de las mismas es de igual proporción (1:1 harina de carne: harina de pescado) (Shimeno *et al.* 1993, Watanabe *et al.* 1993, Sadiku *et al.* 1995, Kikuchi *et al.* 1997).

La determinación de la digestibilidad aparente, mediante Cr_2O_3 como marcador inerte es común en estudios en peces (Gaylord & Gatlin III 1996, Lupatsch *et al.* 1997, Zhou *et al.* 2004, Suarez *et al.* 2013). Su determinación permite evaluar los requerimientos nutricionales básicos y estimar la sustitución de la harina de pescado por fuentes proteicas alternativas.

El objetivo del presente trabajo fue establecer si existen diferencias en el crecimiento de la corvina rubia debido al reemplazo parcial de harina de pescado por harina de carne bovina en dietas formuladas. Se determinaron la digestibilidad aparente de proteínas y lípidos, la conversión del alimento, la composición de lípidos y proteínas en músculo y el crecimiento y supervivencia de *Micropogonias furnieri* alimentadas con dos tipos de dietas.

MATERIALES Y MÉTODOS

OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

Los ejemplares se obtuvieron de embarques realizados en lanchas costeras del puerto de Mar del Plata, Argentina, y de campañas a la albufera de Mar Chiquita, con artes de pesca tradicional, utilizando una red de arrastre de fondo, respectivamente. En ambos casos, los ejemplares capturados fueron colocados en tanques de 80 L de capacidad y transportados al laboratorio de Cultivo de Peces Marinos, ubicado en la Estación J. J. Nágera, Playa Chapadmalal, Mar del Plata. Inmediatamente, los individuos fueron colocados en tanques plásticos rectangulares de 200 L de capacidad con aireación continua. El período de aclimatación fue de 30 días, durante el cual los ejemplares fueron alimentados con calamar fresco (*Illex argentinus*). Luego de los primeros 15 días de aclimatación se reemplazó paulatinamente el calamar

por las dietas experimentales hasta sustituirlo totalmente. Diariamente se realizaron mediciones de temperatura y salinidad con medidor multiparamétrico.

CRECIMIENTO

El experimento tuvo una duración de 60 días, se pesó y midió a los individuos al inicio y al final del mismo. El incremento en largo y peso se obtuvo por la fórmula $I = [(V_f - V_i)/V_i] \times 100$, donde I es el incremento obtenido, V_f y V_i los valores final e inicial en largo y peso, respectivamente.

Para el pesaje se utilizó una balanza digital y se midió con ictiómetro el largo total (Lt). Los peces (largo total $11,6 \pm 2,57$ cm; peso $19,4 \pm 1,68$ g; media \pm DS; $n = 72$) fueron distribuidos en 6 tanques plásticos de 200 L por triplicado. Los individuos fueron alimentados una vez al día a la misma hora (10:00 am). La cantidad de alimento proporcionado a cada estanque fue del 2% de la biomasa de los ejemplares.

El recambio de agua fue del 50% diario. La temperatura media fue de $11,3 \pm 1,93^\circ\text{C}$. La salinidad fue de $32,3 \pm 0,60$, $\text{NH}_3\text{-N} = 0,25 \pm 0,01$ mg L^{-1} , $\text{NO}_2\text{-N} = 0,05 \pm 0,02$ mg L^{-1} (media \pm DS). Para la iluminación se utilizaron tubos fluorescentes de 40 W, cubiertos por una red de sombra,

obteniéndose así sobre la superficie de los tanques una intensidad de 100 luxes. El fotoperiodo fue controlado por medio de un interruptor horario. El mismo se reguló para obtener ciclos de 11 h de luz y 13 h de oscuridad.

COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS Y CÁLCULO DEL FACTOR DE CONVERSIÓN

Se utilizaron 2 dietas isonitrogenadas (38% proteína cruda), una dieta control (dieta C) con harina de pescado como fuente primaria de proteínas y una dieta con reemplazo del 50% de la harina de pescado por harina de carne (dieta R). La composición y contenido energético de las mismas se presenta en la Tabla 1. La mezcla obtenida a partir de los ingredientes mencionados fue colocada en una extrusora para la obtención de pellets de 0,5 cm de diámetro (45% humedad) que posteriormente fueron colocados en frascos plásticos herméticos y mantenidos en freezer a -18°C .

Los niveles de proteína y lípidos fueron establecidos a partir de Sampaio *et al.* (2011) y de Turano *et al.* (2002) como referencia. El factor de conversión del alimento (FC) es la cantidad de gramos de alimento que se suministró para obtener un crecimiento de un gramo en los peces; $\text{FC} = \text{alimento suministrado (g)}/\text{aumento en peso (g)}$.

Tabla 1. Composición y contenido energético de las dietas utilizadas durante el experimento /
Composition and energy content of diets used during the experiment

Ingrediente	C (%)	R (%)
Harina de pescado	55	27,5
Almidón de trigo	20	20
Afrechillo de trigo	8	8
Harina de soja	7	7
Aceite de pescado	3	3
Soluble de pescado	2	2
Harina de carne	0	27,5
Complejo vitamínico*	2	2
Gluten de maíz	3	3
Humedad	$46,5 \pm 0,54$	$45,8 \pm 1,03$
Lípidos	$5,17 \pm 0,85$	$7,08 \pm 0,93$
Proteína	$37,2 \pm 0,23$	$36,9 \pm 1,02$
Cenizas	$1,86 \pm 0,11$	$1,08 \pm 0,09$
Energía total (Kcal/100g dieta)	439,77	450,26
Energía total/proteína (Kcal/ g proteína)	11,9	12,1

*Composición (g kg^{-1}): vitamina D₃: 1,8 g; tiamina: 8,2 g; riboflavina: 7,8 g; piridoxina: 10,7 g; biotina: 12,5 g; pantotenato (vitamina A): 12,5 g; niacina: 25 g; ácido fólico: 1,3 g; cianocobalamina: 1,0 g, ácido ascórbico: 39,1 g; menadiona (vitamina K): 1,7 g. C: control; R: harina de carne

ANÁLISIS QUÍMICOS EN LAS DIETAS Y EJEMPLARES

Luego de finalizado el experimento de crecimiento, 12 ejemplares de cada tratamiento fueron eutanasiados con una sobredosis de benzocaina. Se les extrajo tejido muscular, el mismo se pesó y fue secado en estufa a 65°C durante 48 h, calculándose el porcentaje de humedad.

Las muestras de dietas fueron finamente molidas con un molinillo y pasadas por un tamiz de 1 mm. Las muestras fecales fueron secadas en horno eléctrico a 60°C antes de ser molidas en mortero y mantenidas a 4°C. Se determinó la composición proximal de las mismas mediante métodos estandarizados (AOAC 2012). Todos los análisis fueron realizados en triplicado. El contenido de proteína cruda fue determinado por el método de Kjeldahl y el de lípidos por el método de Soxhlet (extracción con cloroformo-etanol). Debido al tamaño insuficiente de las muestras fecales, el contenido de ceniza se determinó solamente en las dietas colocándolas en un horno mufla a 550°C por 24 h.

DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE A PARTIR DEL SEGUNDO DÍA

El experimento duró 15 días, las heces se colectaron sifoneando diariamente. Fueron secadas en estufa a 65°C durante 48 h y se almacenaron congeladas a -18°C, para su posterior análisis.

Tanto a las heces como a las dietas se les calculó el porcentaje de dióxido de cromo y de proteínas. La cantidad de dióxido de cromo se determinó mineralizando las muestras con calor y una mezcla de molibdato de sodio, ácido clorhídrico concentrado y ácido perclórico, una vez mineralizadas se diluyeron las muestras y se leyeron las absorbancias en un espectrofotómetro Spectronic® 20 a 540 nanómetros. Para la determinación de la digestibilidad aparente en las dietas (DA_d) se aplicó la siguiente fórmula (Austreng 1978):

$$DA_d (\%) = 100 - 100 [(Cr_2O_3 \text{ en dieta} / (Cr_2O_3 \text{ en heces)}) \times ((\% \text{ nutriente en heces}) / (\% \text{ nutriente en dieta}))]$$

Para el cálculo de la digestibilidad aparente de la harina de carne se aplicó la siguiente fórmula:

$$DA_i (\%) = (AD_R - 0,5 AD_C) / 0,5$$

donde:

DA_i : digestibilidad aparente del ingrediente

AD_R : digestibilidad aparente de la dieta con el ingrediente a evaluar (R)

AD_C : digestibilidad aparente de la dieta control (C)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Para el análisis estadístico de los datos de crecimiento y digestibilidad se aplicó el Test de diferencia entre dos medias, previa verificación de la normalidad en la distribución de la variable; para los datos de supervivencia se aplicó el test Z (Sokal & Rohlf 2011), utilizando el software STATISTICA 10.0.

RESULTADOS

Las corvinas se adaptaron bien a las condiciones de cultivo, ya que aceptaron rápidamente el alimento artificial y no se registraron cambios en el comportamiento como consecuencia del manejo de los ejemplares.

CRECIMIENTO Y FACTOR DE CONVERSIÓN DEL ALIMENTO

El incremento en largo total no mostró diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$; $t = 0,40$; $gl = 70$) en los ejemplares alimentados con la dieta control (C) fue del 10,34%, mientras que los animales a los que se les suministró la dieta con reemplazo (R) mostraron un incremento del 6,78%. De igual manera, los individuos alimentados con la dieta C mostraron un mayor incremento en peso medio (9,77%) que los individuos alimentados con la dieta R (7,10%), pero la diferencia no fue significativa ($P < 0,05$; $t = 0,93$; $gl = 70$). En cuanto a la supervivencia (Tabla 2), no fueron encontradas diferencias significativas entre los 2 tratamientos ($P < 0,05$; $Z = 0,33$).

Tabla 2. Valores medios, desviación estándar de largo total y peso inicial y final, tasa diaria alimentación (f), incremento en largo y peso (I), tasa de crecimiento específica (SGR), factor de conversión del alimento (F.C.) y supervivencia en *Micropogonias furnieri*, alimentados con una dieta control (C) y otra con reemplazo parcial con harina de carne (R) / Mean values, standard deviation in total length and initial and final weight, daily feed rate (f), length and weight increase (I), specific growth rate (SGR), feed conversion factor (F.C.) and survival in *Micropogonias furnieri* fed with a control diet (C) and another with a partial replacement with meat meal (R)

Dieta	Largo total (cm)			Peso (g)				f	F.C.	Supervivencia (%)
	Inicial	Final	I (%)	Inicial	Final	I (%)	SGR			
C	11,7 ± 2,75	12,9 ± 2,31	10,34	19,6 ± 1,66	21,5 ± 1,32	9,77	3,16	2,10	1:7	88,9
R	11,5 ± 2,44	12,3 ± 3,17	6,78	19,1 ± 1,74	20,4 ± 2,09	7,10	2,16	2,18	1:10	86,3

C: control; R: harina de carne

Los factores de conversión fueron de 1:7 para la dieta C y de 1:10 para la dieta R.

COMPOSICIÓN PROXIMAL EN MÚSCULO

La humedad, lípidos totales y proteínas en músculo de los ejemplares sometidos a ambos tratamientos se muestran en la Tabla 3. No fueron halladas diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$).

DIGESTIBILIDAD APARENTE

La digestibilidad aparente de proteínas para los individuos alimentados con la dieta control arrojó un valor de 88,8%, para los individuos alimentados con la dieta con reemplazo de harina de carne el valor obtenido fue levemente menor, 85,9% (Tabla 4). Al aplicar el test de diferencia de medias entre los dos tratamientos no fueron halladas diferencias significativas entre los porcentajes de digestibilidad aparente ($P < 0,05$; $t = 2,03$; $gl = 22$). La digestibilidad de proteínas de la harina de carne como ingrediente fue del 93%.

El porcentaje de digestibilidad aparente para lípidos totales fue similar para ambos tratamientos, no encontrándose diferencias significativas ($P < 0,05$; $t = 0,70$; $gl = 22$). El porcentaje de digestibilidad aparente para los peces alimentados con la dieta control fue de 96,6% y para los ejemplares alimentados con la dieta con reemplazo fue de 96,8% (Tabla 4). La digestibilidad de lípidos de la harina de carne como ingrediente fue del 96,4%.

Tabla 3. Contenido de humedad, proteínas y lípidos en el tejido muscular de corvina rubia alimentados con dietas diferentes / Moisture, protein and lipids content in muscular tissue of whitemouth croacker fed with different diets

Muestra	Humedad (%)	Lípidos (%)	Proteínas (%)
Músculo dieta C	39,1 ± 0,51	4,5 ± 0,60	82,6 ± 0,74
Músculo dieta R	41,2 ± 0,39	4,7 ± 1,33	80,3 ± 0,41

C: control; R: harina de carne

Tabla 4. Digestibilidad aparente de proteínas (DAP), lípidos (DAL) de las dietas y de la harina de carne (DAH y DAHL) / Protein (DAP) and lipid (DAL) apparent digestibility, of diets and meat meal (DAH and DAHL)

Dieta	DAP (%)	DAL (%)	DAH (%)	DAHL (%)
C	88,8 ± 1,03	96,6 ± 1,36	-	-
R	85,9 ± 0,77	96,8 ± 1,00	93,0 ± 1,03	96,4 ± 2,04

C: control; R: harina de carne

DISCUSIÓN

Los individuos alimentados tanto con la dieta control como con la dieta con reemplazo tuvieron un crecimiento similar y alta supervivencia. Similares resultados de crecimiento y supervivencia fueron reportados por Sampaio *et al.* (2011) durante un período de bajas temperaturas (temperatura media = 16°C). Los factores de conversión del alimento fueron bajos (Tabla 2), como consecuencia de las bajas temperaturas durante el desarrollo de los experimentos ya que la tasa de consumo del alimento fue inferior al 3% debido a que los animales se encontraban poco activos. Estos resultados indican un punto de partida en la formulación de dietas artificiales para esta especie.

Williams *et al.* (2003), evaluando reemplazos utilizando harina de carne en *Lates calcarifer*, obtuvieron tasas de crecimiento y de conversión del alimento similares a la dieta con harina de pescado. Kikuchi *et al.* (1997) obtuvieron resultados similares trabajando con *Paralichthys olivaceus*, y al igual que Shimeno *et al.* (1993, 1996) con *Seriola quinqueradiata*; Sadiku *et al.* (1995) con *Oreochromis niloticus* y Watanabe *et al.* (1993) con *Oncorhynchus mykiss*, concluyeron que la harina de carne y en general las fuentes proteicas de origen animal como fuente alternativa, son mejores que aquellas de origen vegetal, en una proporción de reemplazo que no exceda el 50% de la fuente proteica. Kureshy *et al.* (2000) obtuvieron tasas de crecimiento y de conversión del alimento significativamente menores en dietas con harina de carne con hueso en *S. ocellatus*. La inclusión de hueso en la formulación, con un alto contenido de cenizas resulta poco digerible (Stone *et al.* 2000).

La digestibilidad de proteínas no mostró diferencias significativas entre las corvinas alimentadas con la dieta C y dieta R. Para *Sciaenops ocellatus* los valores de digestibilidad aparente para proteínas en las dietas con reemplazo del 30% oscilaron entre 77 y 97% (Gaylord & Gatlin III 1996). La proporción de proteínas en los músculos de las corvinas fue similar y alta (C = 82,6%, R = 80,3%), por lo tanto ambas fuentes proteicas poseen buena cantidad de proteínas asimilables por las corvinas. En un estudio similar realizado en brótola (*Urophycis brasiliensis*), Bolasina & Fenucci (2005) realizando reemplazos del 30% de harina de pescado por harina de carne, obtuvieron valores similares en la digestibilidad de proteína, aunque la digestibilidad de lípidos fue mucho menor, cercana al 60%.

El porcentaje de digestibilidad para lípidos fue similar para ambos tratamientos, hallándose valores muy altos. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Lupatsch *et al.* (1997) para *Sparus aurata*, trabajando con porcentajes similares de

reemplazo proteico. La proporción de lípidos en los músculos de las corvinas fue similar a pesar de que la dieta con reemplazos poseía un porcentaje algo mayor de lípidos.

Se concluye que reemplazos de hasta el 50% de la harina de pescado por harina de carne podrían servir como fuente alternativa para la fabricación de dietas para ser utilizadas en el engorde de *Micropogonias furnieri*. Por otra parte, es necesario continuar con las investigaciones para optimizar el crecimiento en cultivo y aumentar el conocimiento de los requerimientos nutricionales de esta especie.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 2012.** Official methods of analysis of AOAC international, 3000 pp. AOAC International, Gaithersburg.
- Aristizabal-Abud EO. 1990.** Effect of feeding frequency in juvenile croaker *Micropogonias furnieri* (Desmarest) (Pisces: Sciaenidae). *Journal of Fish Biology* 37: 987-988.
- Aristizabal-Abud EO, LB Prenske & GR Daleo. 1992.** Growth and energy budget in juvenile croaker (*Micropogonias furnieri* (Desmarest 1823)). *Journal of Marine Sciences* 49: 65-68.
- Austreng E. 1978.** Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture* 13: 265-272.
- Bolasina SN & JL Fenucci. 2005.** Apparent digestibility of crude protein and lipids in Brazilian codling, *Urophycis brasiliensis* (Kamp, 1858) (Pisces: Gadiformes), fed with partial replacements of soybean meal and meat meal diets. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 40(2): 127-131.
- Carozza CR. 2010.** Pesquería comercial de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en Argentina. *Frente Marítimo* 21: 15-22.
- Castillo S, M Rosales, C Pohlenz & DM Gatlin III. 2014.** Effects of organic acids on growth performance and digestive enzyme activities of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture* 433: 6-12.
- Ciechowski JD. 1981.** Food utilization by juveniles of some sciaenid fish from coastal waters of Argentina. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions / Conseil Permanent International Pour l'Exploration de la Mer* 178: 389-392.
- Creswell RI, CL Ohs & CL Miller. 2007.** Candidate species for Florida aquaculture: Atlantic croaker, *Micropogonias undulatus*. Fact Sheet FA-148, Department of Fisheries and Aquatic Sciences, UF/IFAS Extension. <http://edis.ifas.ufl.edu/TOPIC_SERIES_Candidate_Species>
- Davis DA & DR Arnold. 1997.** Response of Atlantic croaker fingerlings to practical diets formulations with varying protein and energy contents. *Journal of the World Aquaculture Society* 28(3): 241-247.
- Davis DA, D Jirsa & DR Arnold. 1995.** Evaluation of soybean proteins as replacements for menhaden fish meal in practical diets for the red drum *Sciaenops ocellatus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 26(1): 48-58.
- Gaylord TG & DM Gatlin III. 1996.** Determination of digestibility coefficients of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 139(3-4): 304-314.
- Haimovici M & JM Ignacio. 2005.** *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823). Em: Cergole MC, AO Ávila-da-Silva & CLDB Rossi-Wongtchowski (eds). *Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*, pp. 101-107. Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- Isaac VJ. 1988.** Synopsis of biological data on the whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823). *FAO Fisheries Synopsis* 150: 1-35.
- Kikuchi K, T Sato, T Furuta, T Sakaguchi & Y Deguchi. 1997.** Use of meat and bone meal as a protein source in the diet of juvenile Japanese flounder. *Fisheries Science* 63(1): 29-32.
- Kureshy N, DA Davis & CR Arnold. 2000.** Partial replacement of fish meal with meat-and-bone meal, flash-dried poultry by-product meal, and enzyme-digested poultry by-product meal in practical diets for juvenile red drum. *North American Journal of Aquaculture* 62: 266-272.
- Lazo JP, MT Dinis, GJ Holt, C Faulk & CR Arnold. 2000.** Co-feeding microparticulate diets with algae: toward eliminating the need of zooplankton at first feeding in larval red drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture* 188: 339-351.
- Lupatsch I, GW Kissil, D Sklan & E Pfeffer. 1997.** Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their predictability in compound diets for gilthead seabream, *Sparus aurata* L. *Aquaculture Nutrition* 3(2): 81-89.
- Moon HL & DM Gatlin III. 1994.** Effects of dietary animal proteins on growth and body composition of the red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 120: 327-340.
- Moxley JD, W Rossi, A Buentello, C Pohlenz & DM Gatlin. 2014.** Replacement of fish meal with plant feedstuffs in the diet of red drum, *Sciaenops ocellatus*: effects on production characteristics and tolerance to aquaculture-related stressors. *Journal of the World Aquaculture Society* 45(2): 192-198.
- Oesterling MJ, CM Adams & AM Lazor. 2004.** Marine baitfish culture: workshop report on candidate species and considerations for commercial culture in the southeast U.S. Virginia Sea Grant Program, Marine Resource Advisory 77: 1-27.
- Patterson D & DM Gatlin III. 2013.** Evaluation of whole and lipid-extracted algae meals in the diets of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 416-417: 92-98.
- Reigh RC & SC Ellis. 1992.** Effects of dietary soybean and fish-protein ratios on growth and body composition of red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed isonitrogenous diets. *Aquaculture* 104: 279-292.

- Robinson EH. 1988.** Nutritional requirement of red drum: a review. *Contributions in Marine Science* 30: 11-20.
- Sadiku SOE, K Jauncey, SJ Degroot & RJ Roberts. 1995.** Digestibility, apparent aminoacid availability and waste generation potential of soybean flour: Poultry meat meal blend based diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquaculture Research* 26(9): 651-657.
- Sampaio LA, D Burkert, F Morais-Santos, D Streit-Júnior & M Borges. 2011.** Avaliação do potencial da criação de corvina (*Micropogonias furnieri*) em tanque-rede no estuário da Lagoa dos Patos, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande 33(1) 65-71.
- Schroeder R, VM Pio, GC Bail, FR Lopes & R Wahrlich. 2014.** Análise espaço temporal da composição da captura da pesca com emalhe de fundo no sudeste/sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo 40(3): 323-353.
- Serrano JA, GR Nematipour & DM Gatlin III. 1992.** Dietary protein requirement of the red drum (*Sciaenops ocellatus*) and relative use of dietary carbohydrate and lipid. *Aquaculture* 101: 283-291.
- Shimeno S, T Mima, T Imanaga & K Tomaru. 1993.** Inclusion of combination of defatted soybean meal, meat meal and corn gluten meal to Yellowtail diets. *Nippon-Suisan-Gakkaishi*, Bulletin 59(11): 1889-1895.
- Shimeno S, H Hosokawa, T Masumoto, T Ruchimat & S Kishi. 1996.** Addition of combined defatted soybean meal, malt protein flour, and meat meal to yellowtail diet. *Nippon Suisan Gakkaishi* 62: 243-247.
- Smith RR. 1980.** Nutritional bioenergetics in fish. *Aquaculture* 32: 21-27.
- Sokal RR & FJ Rohlf. 2011.** *Biometry*, 937 pp. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Stone DAJ, GL Allan, S Parkinson & SJ Rowland. 2000.** Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus* III. Digestibility and growth using meat meal products. *Aquaculture* 186: 311-326.
- Suarez JA, C Tudela, D Davis, Z Daugherty, M Taynor, L Glass, R Hoenig, A Buentello & D Benetti. 2013.** Replacement of fish meal by a novel non-GM variety of soybean meal in cobia, *Rachycentron canadum*: Ingredient nutrient digestibility and growth performance. *Aquaculture* 416-417: 328-333.
- Tacon AGJ & M Metian. 2008.** Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture* 285: 146-158.
- Turano MJ, DA Davis & CR Arnold. 2002.** Optimization of grow out diets for red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture Nutrition* 8: 95-101.
- Vasconcellos M, DC Kalikoski, M Haimovici & PR Abdallah. 2007.** Capacidad excesiva del esfuerzo pesquero en el sistema estuarino-costero del sur de Brasil: efectos y perspectivas para su gestión. En: Agüero M (ed). *Capacidad de pesca e manejo pesquero en América Latina y el Caribe*. FAO Documento Técnico de Pesca 461: 275-311.
- Vazzoler AE. 1991.** Síntese de conhecimento sobre a biologia da corvina, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), da costa do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande 13: 55-74.
- Williams DD & EH Robinson. 1986.** Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 53: 243-252.
- Williams CD & EH Robinson. 1987.** Response of red drum to various dietary levels of menhaden oil. *Aquaculture* 60: 48-57.
- Williams KC, CG Barlow, LJ Rodgers & I Ruscoe. 2003.** Potential of meat meal to replace fish meal in extruded dry diets for barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch). I. Growth performance. *Aquaculture Research* 34: 23-32.
- Zhou Q, B Tang, K Mai & Y Liu. 2004.** Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture* 241: 441-451.

Recibido el 19 de diciembre de 2016 y aceptado el 7 de julio de 2017

Editor: Claudia Bustos D.