

## Dietas para reproductores de peces con potencial para el cultivo marino en Cuba

### Diets for potential fish broodstock for marine aquaculture in Cuba

Marian Mirabent Casals y Sergio José Toledo Pérez

Centro de Investigaciones Pesqueras. Calle 246 No. 503 entre 5ta. Ave. y Mar, Santa Fe, Municipio Playa, La Habana, CP 19100, E-mail: marian@cip.alinet.cu

#### RESUMEN

Las dietas para reproductores son importantes para el éxito del cultivo de peces marinos. Este artículo presenta una revisión de la literatura referente a dos nutrientes esenciales: las proteínas y los lípidos. La calidad y los niveles de inclusión de estos nutrientes en dietas prácticas para reproductores influyen en la maduración sexual, los desoves y la viabilidad larval. Se propone la sustitución parcial o total de piensos importados por dietas formuladas con las materias primas existentes en Cuba, como alternativa viable que disminuya los costos del alimento para los reproductores de tres especies de importancia comercial para el desarrollo de la acuicultura marina en el país: el pargo criollo (*Lutjanus analis*), el robalo (*Centropomus undecimalis*) y la cobia (*Rachycentron canadum*).

*Palabras clave:* reproductores, nutrición, alimento.

#### ABSTRACT

Diets for broodstock are important in the success of marine fish culture. This article presents a review of the literature referred to two essential nutrients: proteins and lipids. The quality and inclusion levels of these nutrients in broodstock practical diets influence in sexual maturation, spawns and larval viability. It proposes the partial or total substitution of imported feeds by formulated diets with existing source materials in Cuba, as viable alternative that decrease food costs for broodstock of three species of commercial importance for the development of marine aquaculture in the country: mutton snapper (*Lutjanus analis*), common snook (*Centropomus undecimalis*) and cobia (*Rachycentron canadum*).

*Keywords:* broodstock, nutrition, food.

Recibido: 17/6/18

Revisado: 19/7/18

Aceptado: 19/7/18

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se potencia el cultivo de especies marinas de alto valor comercial, preferentemente autóctonas, de mayor tasa de crecimiento y de fácil adaptación al cautiverio y al consumo de alimentos artificiales.

En Cuba, se han llevado a cabo a través del Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP) dos proyectos de colaboración internacional para el desarrollo de los cultivos marinos. Se seleccionaron tres especies de peces teleósteos, de amplia distribución natural en casi toda la región del Caribe y sobre todo en la plataforma cubana: pargo criollo (*Lutjanus analis*), robalo (*Centropomus undecimalis*) y cobia (*Rachycentron canadum*). Las primeras experiencias de cultivo de pargo y robalo comenzaron en el año 2006 con la asesoría

técnica de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, mientras que el cultivo de la cobia se inició en el 2014, con el auspicio de la Agencia Noruega para el Desarrollo (NORAD) (Llanes *et al.*, 2013; Flores *et al.*, 2016).

El pargo criollo y el robalo crecen relativamente despacio, alcanzando pesos de 500 g a 1 kg desde el huevo, en un año aproximadamente (Benetti *et al.*, 2002). Por otro lado, la cobia exhibe un crecimiento extraordinario, alcanzando de 4-6 kg en el mismo tiempo (Chou *et al.*, 2001). Estos peces son carnívoros y por tanto requieren dietas artificiales con altos contenidos de ingredientes proteicos.

Para la alimentación de estas especies en su cultivo en Cuba, se adquirieron los piensos artificiales extrusados para cada estadio de desarrollo (desde larvas a adultos de talla comercial) por los proyectos de referencia, con costos de importación alrededor de

los 2,50 USD/kg. Estos altos precios incrementan el costo de producción, por lo que se hace necesaria la sustitución de las dietas importadas por otras de producción nacional.

Teniendo en cuenta que el primer paso para el desarrollo exitoso de los cultivos de peces marinos es la formación de bancos de reproductores, este trabajo tuvo como objetivos analizar la literatura existente sobre los requerimientos nutricionales para el mantenimiento de los reproductores de estas tres especies marinas y proponer posibles dietas elaboradas a partir de las materias primas disponibles en el país.

### **Importancia del estado nutricional en la reproducción de peces marinos**

El estado nutricional de los reproductores de peces determina en gran medida el éxito reproductivo (cantidad y calidad de huevos y larvas viables). La alimentación adecuada de los reproductores, antes del período de maduración sexual, garantiza las reservas energéticas y los nutrientes necesarios para llevar a cabo los procesos de formación de las células sexuales, el apareamiento, el desarrollo embrionario y larval.

Las proteínas y los lípidos son nutrientes importantes en la formación de tejido corporal, siendo los principales responsables del crecimiento y de la ganancia en peso de los peces carnívoros (Fragoso Machado, 2011). Se plantea que el contenido de proteína bruta en los alimentos para progenitores influye en el crecimiento, fecundidad, viabilidad, calidad

de los huevos y en las malformaciones de las larvas (Álvarez-Lajonchére, 2006). La composición de los ácidos grasos en los huevos está directamente relacionada con el contenido de estos en la dieta para reproductores (Fernández-Palacio *et al.*, 2011).

Además de sus funciones estructural y energética, las proteínas actúan como catalizadores de las reacciones bioquímicas que tienen lugar durante todo el ciclo de vida, y los lípidos intervienen en la regulación hormonal.

La maduración sexual en peces teleósteos está bajo la regulación endocrina, a través del eje cerebro-pituitaria-gónada. Las hormonas que participan en la diferenciación gonadal son fundamentalmente esteroides (de naturaleza lipídica). La ovulación y la ovoposición están controladas posteriormente por prostaglandinas, que son eicosanoides producidos a partir de ácidos grasos esenciales (AGE) como precursores (Fragoso Machado, 2011).

Por estas razones, en los cultivos de peces marinos se ha enfatizado en la determinación de los requerimientos de proteínas y lípidos en las dietas para cada estadio de desarrollo. En particular, la literatura revisada carece de información sobre los requerimientos de proteínas y lípidos para las dietas de mantenimiento de los reproductores de pargo, robalo y cobia. No obstante, en la TABLA 1 se muestran los niveles de inclusión de estos dos nutrientes en dietas usadas en experimentos de engorde de juveniles de estos peces marinos en países de Latinoamérica y el Caribe.

TABLA 1. Alimentos usados en la etapa de engorde de pargo criollo (*Lutjanus analis*), robalo (*Centropomus undecimalis*) y cobia (*Rachycentron canadum*) en Latinoamérica y el Caribe

Espece	País	Tipo de Alimento	Proteína Bruta (%)	Lípidos (%)	Referencia
<i>Lutjanus analis</i>	EE. UU.	Peletizado	56	-	Watanabe <i>et al.</i> , 1998
	EE. UU.	Dieta comercial	50-53	13-14	Benetti <i>et al.</i> , 2002
	Colombia	Formulado	45	12	Botero & Ospina, 2002
	Brasil	Peletizado para peces carnívoros	45	8	Gómez-Sánchez 2011
<i>Centropomus undecimalis</i>	México	Pescado fresco ( <i>Cichlasoma urophthalmus</i> )	57	14	Cabrera & Amador, 1998
	México	Alimento seco ligeramente hundible	42	12	Oviedo-Pérez <i>et al.</i> , 2013
<i>Rachycentron canadum</i>	EE. UU.	Dieta comercial	48	14	Kenneth, A., Webb, Jr. <i>et al.</i> , 2007
	Puerto Rico y Bahamas	Peletizado para peces carnívoros	53	10	Benetti <i>et al.</i> , 2010
	Brasil	Dieta comercial	45	16	Moreira <i>et al.</i> , 2015

Como se observa, los niveles de proteínas van desde 42 % hasta 57 % de inclusión, los cuales concuerdan con el hecho de que los peces carnívoros, requieren niveles altos de proteína en sus dietas (Hung *et al.*, 2016).

En relación con los lípidos, los niveles de inclusión empleados por estos autores en sus experimentos, se encuentran en el rango de 8-16 % (ver TABLA 1). Según Chou y colaboradores, para el caso de la cobia, no hubo diferencia significativa en los crecimientos de juveniles alimentados con dietas de 6 % y de 18 % de lípidos (Chou *et al.*, 2001). Se reporta en la literatura que para juveniles de cobia, los requerimientos son de 45 % de proteínas y entre 5-15 % de lípidos totales (Frase & Davies, 2009), por lo que las dietas para reproductores deben contener porcentajes iguales o superiores a estos.

Para cubrir las necesidades de AGE, se debe atender a la calidad y origen de los lípidos, no solo a la cantidad. Cuando la dieta no contiene las correspondientes sustancias precursoras, determinados ácidos grasos poliinsaturados no pueden ser sintetizados por los peces, lo que da lugar a despigmentaciones, pérdida de apetito y retrasos del crecimiento (Castelló, 1998).

Los peces marinos tienen mayores requerimientos de ácidos grasos poliinsaturados de la serie  $\omega 3$  que los de agua dulce. En particular, los ácidos docosahexaenoico (DHA) y eicosapentanoico (EPA), parecen ser imprescindibles, capaces de prevenir las manifestaciones carenciales y asegurar un rápido crecimiento, una óptima conversión del alimento y una buena capacidad reproductora (Fernández-Palacio *et al.*, 2011). Se sugiere que sus niveles de inclusión en dietas para reproductores de cobia, deben ser superiores al 1,86 % (en base seca) y se garantizan al suministrar suplementos de aceite de pescado o de calamares (Nguyen *et al.*, 2010).

### ***Dietas empleadas en el mantenimiento de los reproductores de peces marinos***

Para el mantenimiento de los reproductores de peces marinos, se han utilizado dietas húmedas (más de 50 % de humedad), semihúmedas (entre 20-50 % de humedad) y secas (menos del 20 % de humedad). Luego de su adaptación al cautiverio, se les suministra inicialmente alimento fresco (organismos capturados del mar), siempre y cuando sean monitoreados para evitar una enfermedad o infección parasitaria. Una vez que los reproductores se acercan a la madurez sexual, se les debe suministrar una dieta de maduración de elevada calidad que puede ser semihúmeda o seca, aunque generalmente se acompaña de com-

ponentes frescos. Los requerimientos de los ácidos grasos poliinsaturados de la serie  $\omega 3$ , de las vitaminas C y E (función antioxidante), así como de carotenoides se satisfacen al proveer alimentos frescos de elevada calidad, tales como calamares, sepias, crustáceos (especialmente camarones y *krill*) y peces del tipo aceitoso (clupeidos, escómbridos y carángidos), cortados al tamaño de un bocado (Stickney, 2000; Álvarez-Lajonchère, 2006).

En Colombia, los reproductores de pargo se han alimentado diariamente a saciedad con calamar, pescado y camarón congelados, mezcla que contenía 47 % de proteína bruta. Cada tercer día se suministró adicionalmente un suplemento vitamínico y mineral (Botero & Castaño, 2005).

Aunque se alimenten los reproductores repetidamente hasta la saciedad con dietas frescas, estas frecuentemente están limitadas en los niveles de proteínas (a causa del elevado nivel de humedad) y carecen de otros componentes clave como las vitaminas y minerales para soportar los desoves continuos y la recuperación en cautiverio. Por esto, las dietas semihúmedas que pueden incluir suplementos de proteínas (harinas animales y vegetales), vitaminas y minerales, son ampliamente usadas.

En México, los reproductores de robalo se han alimentado con una mezcla de 60 % del pienso comercial (Fish Breed-M<sup>®</sup>, INVE Aquaculture, con costo aproximado de 70 USD/kg) y 40 % de pescado aceitoso fresco, en días alternos al 5 % de la biomasa, con el suministro adicional de vitaminas (Equate<sup>®</sup>) y aceite de pescado  $\omega 3$  (con 180 mg DHA y 270 mg EPA, Member's Mark<sup>®</sup>), introducidos en la mezcla del alimento dos veces a la semana (Ibarra-Castro *et al.*, 2011). En otros estudios, se les ha suministrado pescado fresco de origen marino (clupeidos) hasta la saciedad con suplemento de Fish Breed-M<sup>®</sup>, tres veces a la semana (Contreras-García *et al.*, 2015). Otros autores reportan que la alimentación de reproductores de robalo al inicio de su cautiverio es indispensable llevarla a cabo mediante el suministro de peces frescos. Posteriormente (alrededor de unos 15 días) se reemplaza parcialmente alimento balanceado (Silver Cup<sup>®</sup> y/o Fish Breed-M<sup>®</sup>). Los peces se alimentan en días alternos dividiendo el alimento en dos raciones (Contreras-Sánchez *et al.*, 2015).

Las dietas empleadas para reproductores de cobia en América Latina y el Caribe han consistido en alimentos artificiales, sardinas, calamares y en menor grado, camarones. Se les ha suministrado una cantidad entre el 3-5 % de la biomasa por día (Benetti *et al.*, 2006).

En Cuba, se han alimentado reproductores de robalo con dietas de 50 % de proteínas y 11 % de lípidos, tres veces por semana al 1,6 % de su biomasa con

buenos resultados (Fraga *et al.*, 2006). En la Estación Experimental de cultivos de peces marinos de Santa Cruz del Sur (provincia Camagüey), los reproductores de pargo y robalo se alimentaron al 10 y 2 % de

la biomasa total, respectivamente, a una frecuencia de tres veces por semana (Reyes *et al.*, 2015), con una dieta de bajo costo formulada con ingredientes de producción nacional (TABLA 2).

TABLA 2. Composición del alimento semihúmedo con 36 % de proteína bruta (base húmeda) usado en el mantenimiento de reproductores de pargo (*Lutjanus analis*) y robalo (*Centropomus undecimalis*) en la estación de cultivo de Santa Cruz del Sur

Ingredientes	Nivel de inclusión (%)
Pescado fresco*	55
Harina de pescado**	37
Premezcla de vitaminas y minerales***	6
Fosfato dicálcico***	1
Aceite de pescado	1

\* Machuelo (*Opisthonema oglinum*), ronco (*Haemulon* sp.) o patao (*Diapterus rhombeus*); en algunas ocasiones se ha usado también jaiba (*Callinectes sapidus*), camarón (*Penaeus schmitti*, *Litopenaeus vannamei*) y/o sus desechos obtenidos del Buró de Captura local y la Empresa Cultisur.

\*\* Importada de Ecuador, México u otros países, con 69 % de proteína bruta en base seca.

\*\*\* Obtenidos de la planta de alimentos ALISUR.

### **Perspectiva para la producción de dietas para reproductores marinos en Cuba**

En Cuba, las materias primas para la confección de dietas para la acuicultura de agua dulce y marina son en extremo limitadas (TABLA 3).

La principal fuente de proteína de los alimentos para peces es la harina de pescado (HP). Sin embargo, la limitada disponibilidad de HP, acoplada al incremento de la demanda, ha aumentado grandemente su costo en el mercado. En la actualidad los altos precios de la HP (1 472 USD) en comparación con los de la harina de soya (301 USD) (FAO GLOBEFISH, 2016) han conllevado a la inclusión de esta última en las dietas para la acuicultura. Se ha probado que la harina de soya puede reducir el nivel de inclusión de la HP en alimentos para el engorde de peces marinos (Hernandez *et al.*, 2013). No obstante, según Zaldívar Larran, no es posible la sustitución total de las harinas y aceites de pescado en la nutrición animal, principalmente en el caso de la acuicultura, a causa del exceso de ácidos grasos  $\omega$ 6 y compuestos con menores valores nutritivos y calóricos, la presencia de factores anti-nutricionales, así como la carencia de los aminoácidos lisina y metionina en las otras harinas que pueden provocar

afectaciones en el crecimiento y desarrollo de los organismos en cultivo (Zaldívar-Larran, 2002).

En la actualidad, la mayoría de las investigaciones sobre aspectos nutricionales en la acuicultura, se dirigen fundamentalmente al empleo de fuentes alternativas de proteínas para la sustitución de la HP. El reemplazo del 25 % de la proteína de HP por subproductos de ave (Hernandez *et al.*, 2014) y del 40 % de HP por harina de carne y hueso (Hernandez *et al.*, 2016) en alimentos para el engorde de *Lutjanus guttatus* mostraron eficiencia del alimento y buen desempeño productivo. También, se ha comprobado que el ensilado (conservación ácida de desechos industriales) de pescado combinado con un núcleo harinoso posibilita la sustitución del 50 % de la HP en dietas de tilapia (*Oreochromis* sp.) (Madage *et al.*, 2015).

El ensilado de pescado presenta deficiencias del aminoácido triptófano a causa de la degradación ácida (FAO, 1992). Este aminoácido se requiere en la alimentación de los peces para su metabolismo y crecimiento normal (Wilson, 1986). De ahí que no se debe eliminar totalmente la HP u otros productos marinos de las dietas. No obstante, la inclusión de ensilado aumenta la biodisponibilidad de los otros aminoácidos y disminuye además el riesgo de diseminación de enfermedades.

En Cuba, con el Proyecto de Nutrición de Peces de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas (EDTA), se logró la producción de ensilado de pescado y se han obtenido resultados promisorios en

la alimentación de alevines de peces comerciales de agua dulce: clarias (*Clarias gariepinus*) y tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) (Toledo *et al.*, 2007; Llanes *et al.*, 2008; Llanes *et al.*, 2012).

TABLA 3. Composición bromatológica de las materias primas disponibles en Cuba para la confección de dietas para peces

Ingredientes	Proteínas (%)	Lípidos (%)	Fibra (%)	ELN* (%)	Cenizas (%)
Harina de pescado	65,0-72,0	7,0	0,20	2,0	17,0
Harina de soya	40,0-44,0	17,0	15,0	31,9	6,0
Harina de maíz	8,0	3,0	2,5	72,2	3,0
Harina de trigo	12,0	1,7	2,5	69,3	5,8
Salvado de trigo	14,7	4,0	9,9	53,5	5,8
Aceite de soya					
Carbonato de calcio					
Premezcla de vitaminas y minerales					

\*Extracto libre de nitrógeno

Teniendo en cuenta los requerimientos de proteínas y lípidos de los peces marinos en cultivo y además las materias primas disponibles en el país para la confección de dietas, se propusieron las siguientes opciones para la alimentación de los reproductores:

#### 1. Dieta comercial para larvas de clarias

Esta dieta se emplea a nivel nacional en la alimentación de larvas de *Clarias gariepinus*. Los niveles de protef-

nas y lípidos están dentro de los rangos empleados en la literatura para cubrir adecuadamente las necesidades nutricionales de los reproductores (TABLA 4). Esta dieta tiene un costo de 1 815 USD/t, inferior al costo del alimento comercial SKRETTING (Canadá) empleado en el cultivo de cobia, de aproximadamente 2 500 USD/t, lo cual representa un ahorro de 685 USD/t.

TABLA 4. Dieta empleada para la alimentación de larvas de *Clarias gariepinus*

Ingredientes	Nivel de inclusión (%)
Harina de pescado	60
Harina de soya	15
Harina de maíz	20
Aceite de soya	4
Premezcla de vitaminas y minerales	1

Composición nutricional	%
Proteína bruta	48,1
Lípidos	8,45
Extracto libre de nitrógeno	16,81
Fibra	3,84

Tomado de Toledo *et al.*, 2006.

#### 2. Dietas prácticas semihúmedas con pescado fresco y núcleo harinoso

La forma más efectiva de asegurar que los requerimientos de AGE de los reproductores de peces marinos sean cubiertos, es con el suministro de productos naturales frescos o congelados; sin embargo, estas prácticas pueden conllevar ciertos riesgos como la introducción de enfermedades y la dificultad en el almacenamiento. Para eliminar estos riesgos, se puede emplear la tecnología de produc-

ción de ensilados de pescado desarrollada por la EDTA (Toledo & Llanes, 2006). Con la acidificación del pescado mediante el ensilaje se eliminan las bacterias patógenas y otros microorganismos y se extiende además el tiempo de conservación del alimento.

En la elaboración de la dieta semihúmeda se mezcla el ensilado de pescado con un núcleo harinoso seco, que puede estar compuesto de los mismos ingredientes que se muestran en las tablas 3 y 4.

### 3. Dietas que incluyan la harina de subproductos de aves y el aceite de pescado

La harina de subproductos de aves es una alternativa para el reemplazo de la harina de pescado. La misma contiene alto nivel de proteína (60-80 %) y alta digestibilidad (90 y 92 % para las proteína y lípidos, respectivamente). Esta materia prima se comercializa en grandes volúmenes y con control en su calidad. También ha sido utilizada como sustituta de la harina de pescado en la alimentación de varias especies acuícolas como: camarones, tilapias, meros, trucha arcoíris y cobia (Saadiah *et al.*, 2011).

En cuanto al aceite de pescado, si bien representa la fuente más rica de AGE, fundamental para los reproductores; los precios en el mercado son prácticamente prohibitivos. En septiembre de 2017, su precio estaba en el orden de los 1 839 USD/t (<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/2017-11>), lo que hace casi imposible su adquisición. Una solución posible para sustituir el aceite de pescado es utilizar dietas semihúmedas a base de pescado fresco y ensilado.

### 4. Dietas secas fabricadas con la adquisición de una planta comercial

Cuba cuenta con una planta de producción de alimentos peletizados ALISUR (provincia de Camagüey) para cultivo y cría de animales. Sus producciones no satisfacen en cantidad ni en calidad las necesidades de la acuicultura. Por esto, bajo el auspicio de un proyecto internacional en la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas (EDTA, La Habana) se compró una planta de alimento de origen chino (precio alrededor de 11 000 USD), compuesta por un molino, una mezcladora, una extrusora y un horno de secado. La planta abastece de pienso seco (a base de un núcleo harinoso, ensilado de pescado y de subproductos cárnicos) al cultivo cerrado de clarias en su fase de engorde, y posibilita una producción de cerca 10 t de peces al año. Este es un ejemplo de la ventaja que tiene la producción del alimento balanceado seco en el lugar del cultivo para garantizar la calidad y el aprovechamiento de las materias primas disponibles localmente.

## CONCLUSIÓN

La formulación y elaboración de dietas con calidad nutricional para los reproductores, a partir de materias primas disponibles en Cuba tiene que ser una prioridad para el desarrollo de los cultivos de peces marinos, ya que la obtención de huevos y larvas de calidad es la base para lograr el éxito en el cultivo de los estadios posteriores.

## REFERENCIAS

- Álvarez-Lajonchére, L. (2006). Nutrición de reproductores de peces marinos. Avances en Nutrición Acuícola VIII. VIII Simposio Internacional de Nutrición Acuícola, Nuevo León, México.
- Benetti, D. D., Stevens, O. M., Alarcon, J. F., Feeley, M. W., Rotman, F. J., Minemoto, Y., Banner-Stevens, G., Fanke, J., Zimmerman, S. & Eldridge, L. (2002). Growth, Survival, and Feed Conversion Rates of Hatchery-Reared Mutton Snapper *Lutjanus analis* Cultured in Floating Net Cages. *J. World Aquac. Soc.*, 33 (3), 349-357.
- Benetti, D. D., O'Hanlon, B., Riviera, J. A., Welch, A. W., Maxey, C. & Refik, M. (2010). Growth rates of Cobia (*Rachycentron canadum*) Cultured in Open Ocean Submerged Cages in the Caribbean. *Aquaculture*, 302, 195-201.
- Benetti, D.D., Refik, M., Zink, I., Cavalin, F. G., Sardenberg, B., Palmer, K., Denlinger, B., Bacoat, D. & O'Hanlon, B. (2006). Aquaculture of cobia (*Rachycentron canadum*) in the Americas and the Caribbean. Chapter 4, pp. 57-77.
- Botero, J. & Castaño, F. (2005). Inducción de la madurez gonadal del pargo palmero *Lutjanus analis* (Pisces: Lutjanidae) mediante la aplicación de un fotoperíodo artificial de acondicionamiento. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 34, 69-79.
- Botero, J. & Ospina, J. F. (2002). Crecimiento de juveniles de pargo palmero *Lutjanus analis* (Cuvier) en jaulas flotantes en Islas del Rosario, Caribe Colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 31, 205-217.
- Cabrera-Rodríguez, P. & Amador del Ángel, L. E. (1998). Crecimiento del robalo blanco *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1729) en jaulas fijas en la Laguna del Pom, Campeche, México. Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute 50, 524-535.
- Castelló, O. F. (1998). Alimentos y estrategias de alimentación para reproductores y juveniles de peces marinos (pp. 550-569). En: R. Civera-Cerecedo, C. J. Pérez-Estrada, D. Ricque-Marie & L. E. Cruz-Suárez (Eds.), Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre, 15-18, La Paz, B.C.S., México.
- Cerqueira, V. R., Araujo, J. & Macchiavello, J. (2002). *Alevinagem e engorda*. In: Cultivo do robalo. Aspectos da reprodução, larvicultura e engorda (Ed. by V. R. Cerqueira), pp. 59-69. Laboratório de Piscicultura Marinha, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.
- Chou, R. L., Su, M. S. & Chen, H. Y. (2001). Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 193, 81-89.

- Contreras-García, M. J., Contreras-Sánchez, W. M., Hernández-Vidal, U. & Mcdonal-Vera, A. (2015). Induced Spawning of the Common Snook (*Centropomus undecimalis*). In *Captivity Using GnRH-a Implants. Reproduction of Common Snook in Captivity*, 2 (6), 357-362.
- Contreras-Sánchez, W. M., Contreras-García, M. J., Mcdonal-Vera, A., Hernández-Vidal, U., Cruz Rosado, L. & Martínez-García, R. (2015). *Manual para la producción de robalo blanco (Centropomus undecimalis) en cautiverio*, 2ª ed., Villahermosa, Tabasco, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.
- FAO (1992). Nutritional Fish Pathology.
- FAO (2016). GLOBEFISH, Fishmeal and soybean meal prices in Germany and the Netherlands.
- Fernández-Palacio, H., Norberg, B., Izquierdo, M. & Hamre, K. (2011). "Effects of broodstock diet on eggs and larvae". In: *Larvae Fish Nutrition*, first ed., Edited by Joan Holt.
- Flores, E. R., Hoyum, M., Rodríguez, P., Lunestad, B. T., Perdomo, L., Karlsen, O., Álvarez, M. Y., Rodríguez, G. M., Isla, M., Silveira, R. & Martínez, Y. (2016). Manejo postcosecha de la cobia de cultivo en la bahía de Cochinos. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 33, (1), 72-75.
- Fraga, I., Reyes, R., Ortega, N., Regueira, E., Font, R. & Bravo, A. (2006). Desarrollo de un banco de reproductores de robalo (*Centropomus undecimalis*, Bloch 1792): I. Manejo del alimento. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, pp. 198-207.
- Fragoso Machado, M. R. (2011). Caracterização morfológica e bioquímica do sistema digestório e identificação por isótopos estáveis de robalo peva e flexa selvagens e de cativo. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, São Paulo, Brasil.
- Frase, T. W. & Davies, S. J. (2009). Review article nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. *Aquaculture Research*, 40, 1219-1234.
- Gómez-Sánchez, E. (2011). Rearing of mutton snapper *Lutjanus analis* subjected to different diets. *Bioikos, Campinas*, 25 (1), 33-40.
- González, B. & Toledo, J. (1989). Influencia del salvado de trigo en el crecimiento de híbridos de tilapia (*O. hornoroum* x *O. mossambicus*). *Boletín de Acuicultura*, 2 (2), 15-19.
- Hernández, C., Abdo-de la Parra, M. I., Duncan, N., Blanco-Albarran, L. & González-Rodríguez, B. (2013). Effect of soybean and tuna gonad in the diet of juvenile bullseye puffer fish *Sphoeroides annulatus*. *Hidrobiológica*, 23 (3), 320-327.
- Hernández, C., González-Santos, A., Valverde-Romero, M., González-Rodríguez, B. & Domínguez-Jiménez, P. (2016). Partial replacement of fishmeal with meat and bone meal and tuna byproducts meal in practical diets for juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 44 (1), 56-64.
- Hernández, C., Osuna-Osuna, L., Benitez-Hernández, A., Sánchez-Gutiérrez, Y., González-Rodríguez, B. & Domínguez-Jiménez, P. (2014). Replacement of fish meal by poultry by-product meal, food grade, in diets for juvenile spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42 (1), 111-120.
- Hung, D. P., Fotedar, R., Nguyen, C., M. & Abu Bakar, M. S. (2016). Feed Utilisation Efficiency of Lupin Inclusion in Cobia: Role of Dietary Organic Selenium Supplementation. *Modern Applied Science*, 10 (10), 180-192.
- Ibarra-Castro, L., Álvarez-Lajonchère, L., Rosas, C., Palomino-Albarrán, I. G., Holt, G. J. & Sánchez-Zamora, A. (2011). GnRHa-induced spawning with natural fertilization and pilot-scale juvenile mass production of common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). *Aquaculture*, 319, 479-483.
- Kenneth, A. W. Jr., Glenn, M., H., Cynthia, K. F. & Holt, G. J. (2007). Growth of juvenile Cobia, *Rachycentron canadum*, at three different densities in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, 264, 223-227.
- Llanes, J., Toledo, J., Savon, L. & Gutiérrez, O. (2012.) Evaluación nutricional de ensilajes pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42 (1).
- Llanes, Y., Kobayashi, K., Kino S., Reyes, R., Fernández, N. & Fraga, I. (2013). Características esenciales en el desarrollo embrionario y larval del pargo criollo (*Lutjanus analis*), inducido mediante tratamiento hormonal. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 30 (1), 49-52.
- Llanes, J., Toledo, J., & Vega, L. de la (2008). Comportamiento del bagre africano *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) alimentado con dieta semihúmeda a base de ensilado biológico de pescado. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42 (3).
- Madage, S. S. K., Medis, W. U. D. & Sultanbawa, Y. (2015). Fish silage as replacement of fishmeal in red tilapia feeds. *Journal of Applied Aquaculture*, 27 (2), 95-106.
- Minh, N., Ivar, R., Buttle, L., Hung, L. & Marit, E. (2014). Evaluation of a high plant protein test diet for juvenile cobia *Rachycentron canadum*

- in comparison to commercial diets. *Journal of Agricultural and Crop Research*, 2 (6), 117-125.
- Moreira, C. B., Romenso, A. N., Candipitto, F. B. & Tzuzuki, M. Y. (2015). Feeding frequency affects growth of juvenile Cobia *Rachycentron canadum* culture in near-shore cages. *Bol. Inst. Pesca*, 41 (2), 219-226.
- Nguyen, H. Q., Tran, T. M., Reinertsen, H. & Kjorsvik, E. (2010). Effects of Dietary Essential Fatty Acid Levels on Broodstock Spawning Performance and Egg Fatty Acid Composition of Cobia, *Rachycentron canadum*. *J. World Aquac. Soc.*, 41 (5), 687-699.
- Oviedo-Pérez, A., Sánchez, A., Oviedo, A. & Pineda, C. (2013). *Centropomus undecimalis* obtained in Lab: Growth of juvenile in floating cages in Veracruz, México. *Aquaculture, World Aquaculture Society*.
- Reyes, R., Fernández, N., Rodríguez, W., Paz del Valle, L. de la, Hamamitsu, Y. & Futaguawa, M. (2015). Liberación de juveniles de pargo criollo *Lutjanus analis* y educación ambiental. Contribución a la sostenibilidad de la especie y la biodiversidad. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 32 (1), 55-60.
- Rhody, N. R. (2014). Optimisation of common snook *Centropomus undecimalis* broodstock management. A Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy Institute of Aquaculture University of Stirling.
- Saadiah, A. M., Abol-Munafi & CheUtama, C. M. (2011) Replacement of fishmeal in Cobia (*Rachycentron canadum*) diets using poultry by-product meal. *Aquacult. Int.*, 19, 637-648.
- Stickney, R. (2000). "Snapper (Family Lutjanidae) culture". In: *Encyclopedia of Aquaculture*, pp. 883-890.
- Toledo, J. & Llanes, J. (2006). Ensilado de desechos pesqueros. Un alimento para peces de recién introducción en Cuba, INFOPECA Internacional No. 27, julio/septiembre, pp. 35-37.
- Toledo, J., Botello, A. & Llanes, J. (2007). Evaluación de los ensilados químicos de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Revista Electrónica de Veterinaria*, VII (9), 1695-7504.
- Toledo, J., Millares, N., Hernández, J. & Lazo de la Vega, J. M. (2006). Empleo de dietas artificiales en la alimentación de larvas de *Clarias gariepinus*. *ACUACUBA*, 2 (2), 20-25.
- Watanabe, W. O., Ellis, E. P., Ellis, S. C., Chaves, J., Manfredi, C., Hagood, R. W., Sparsis, M. & Arneson, S. (1998). Artificial Propagation of Mutton Snapper *Lutjanus analis*, A New Candidate Marine Fish Species for Aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 29 (2), 176-187.
- Wilson, R. P. (1986). Protein and amino acid requirements of fishes. *Annu. Rev. Nutr.*, 6, 225-244.
- Zaldívar Larran, F. J. (2002). Las harinas y aceites de pescado en la alimentación acuícola. En: L. E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M. G. Gaxiola-Cortés & N. Simoes (Eds.), *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 3 al 6 de septiembre de 2002, Cancún, Quintana Roo, México.
- <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01503BM/htm/2016-1/2017-11/> Index Mundi (2017). Price indices of fish meal. Disponible: [www.indexmundi.com](http://www.indexmundi.com)