

## COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO DE LA LARVA DEL HUACHINANGO DEL PACÍFICO *Lutjanus peru* (NICHOLS & MURPHY, 1922) (PERCOIDEI: LUTJANIDAE) AL INICIO DE LA ALIMENTACIÓN EXÓGENA

Peña, Renato & Silvie Dumas

Unidad Piloto de Maricultivos. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. Av. IPN s/n. Col. Playa Palo de Santa Rita. La Paz, B.C.S. 23060, México. Tel+52 612 1225366. Fax +52 612 1225322.. email: rpena@ipn.mx.

**RESUMEN.** El comportamiento alimentario de larvas del huachinango del Pacífico fue estudiado bajo condiciones controladas, con énfasis especial durante el inicio de la alimentación exógena (al tercer día después de la eclosión). Durante un periodo de cinco minutos fueron observadas de manera individual diez larvas de *L. peru*, antes y después de ser alimentadas con rotíferos (*Brachionus rotundiformis*) y nauplios de copépodos (*Euterpina acutifrons*) en densidades de 5 presas/ml. Para describir parte del comportamiento relacionado con el evento de alimentación se registró el número de veces que las larvas adoptaron una "postura" de ataque, así como el número de ataques por larva a los diferentes tipos presa. Se observó que previo al suministro de alimento, las larvas despliegan tres tipos de conducta: nado, reposo, e impulso rápido. Una vez que fue suministrado el alimento, el patrón de conducta de las larvas cambió, independientemente del tipo de presa. La frecuencia de nado incrementó pero los desplazamientos fueron más cortos y pausas más frecuentes. El periodo de reposo de las larvas disminuyó significativamente y se observaron dos patrones de acción modal asociados directamente al proceso de alimentación: 1) postura sigmoide ("S"), adoptada posterior a la detección de una presa, 2) ataque, evento durante el cual la larva se impulsa espontáneamente en dirección de la presa, independientemente de si se logra o no la captura del alimento. Menos del 50 % de las larvas observadas desplegaron una postura de ataque y el número promedio de ataques por larva durante el tiempo de observación fue menor a 1.5, independientemente del tipo de presa. Los resultados son similares a los reportados para otras larvas de peces durante el inicio de la alimentación exógena y sugieren que los nauplios de copépodos son una presa adecuada durante la primera alimentación de las larvas de *L. peru*.

**Palabras clave:** Huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru*, primera alimentación, comportamiento alimentario.

### Feeding behaviour of the Pacific red snapper *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922) (Percoidei: Lutjanidae) larvae at the onset of exogenous feeding

**ABSTRACT.** The behaviour of the Pacific red snapper *Lutjanus peru* larvae during the onset of exogenous feeding at day 3 after hatching at 26° C was studied. Ten larvae were directly observed during 5 min each before and after the addition of feed. Rotifers (*Brachionus rotundiformis*) and copepod nauplii (*Euterpina acutifrons*) were used as live feed at a density of 5 prey/ml. Larval behavior was described before and after prey addition. Also, the number of larvae that displayed an attack posture and the number of attacks per larvae during the observation period were recorded. Before prey addition, the larvae displayed three types of conduct: swimming, resting and fast impulse. This behavioral pattern changed with the presence of feed, regardless of prey type. The swimming conduct increased duration but changed to a short distance and frequent pauses. The resting conduct reduced its duration and two new modal action patterns associated to feeding were present: "S" posture after prey detection and the attack which consisted in a direct larval strike towards the prey and may include prey capture. Less than 50% of the observed larvae displayed the attack posture and the mean number of attacks per larvae was less than 1.5 during the observation period regardless of prey type. Results are similar to the reported for other species during the onset of exogenous feeding and suggest that copepod nauplii may be a more suitable prey during first feeding of *L. peru*.

**Keywords:** Pacific red snapper, *Lutjanus peru*, first feeding, feeding behavior.

Peña, R. & S. Dumas. 2015. Comportamiento alimentario de la larva del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922) (Percoidei: Lutjanidae) al inicio de la alimentación exógena. *CICIMAR Oceánides*, 30(2): 7-12.

### INTRODUCCIÓN

El inicio de la alimentación exógena es uno de los eventos más críticos del ciclo de vida de los peces y durante el cual se han reportado las más elevadas tasas de mortalidad (Hunter, 1981). En este momento las larvas inician la búsqueda y captura de alimento exógeno una vez que han agotado sus reservas alimenticias, i.e., saco vitelino y glóbulo de aceite, y para ello durante el periodo de alimentación endógena se desarrollan órganos y sistemas involucrados en la detección, ingestión, digestión y

asimilación del nuevo alimento (Yúfera & Darias, 2007). De esta forma, mientras más pronto inicie el proceso alimentario, se reducirá el tiempo que pasan las larvas en las etapas de desarrollo más vulnerables a factores como la depredación y la inanición, los cuales son los principales factores que regulan la supervivencia durante los primeros días de desarrollo de los peces (Lasker, 1981).

La habilidad de una larva para ingerir una presa se adquiere durante los primeros momentos de iniciada la alimentación exógena, e implica cambios

Fecha de recepción: 01 de junio de 2015

Fecha de aceptación: 26 de junio de 2015

conductuales de la larva asociados a la transición de una alimentación endógena a una exógena. En efecto, Skiftesvik *et al.* (1994) describieron un cambio en los patrones conductuales de larvas de *Hippoglossus hippoglossus* durante la primera alimentación, los cuales reflejan el inicio de la búsqueda de alimento. Más aún, se ha descrito que con el inicio del proceso alimentario, aparecen patrones de acción modal (PAM) específicos que en conjunto definen el comportamiento alimentario y que incluyen nuevas posturas corporales, previo a la ingesta del alimento (Brown *et al.*, 1997). Con el tiempo se observa un incremento en el número de presas consumidas por las larvas, lo cual sugiere que existe un proceso de aprendizaje y optimización del comportamiento alimentario durante los primeros días de desarrollo (Hunter, 1972; Dou *et al.*, 2000).

El estudio y caracterización del comportamiento alimentario durante la primera alimentación, permitirá alcanzar un mejor entendimiento del proceso alimentario, que será de utilidad durante la valoración de diferentes presas, dietas y condiciones de cultivo; así como contribuir a conocer las causas de la mortalidad presentes al inicio de la alimentación exógena durante el cultivo del huachinango del Pacífico. El objetivo del presente estudio fue registrar y describir los cambios conductuales y los patrones de acción modal en las larvas del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* ante diferentes presas, al inicio de la alimentación exógena.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los organismos utilizados para el bioensayo provienen de un desove de reproductores silvestres del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru*, obtenido a través de un protocolo de inducción hormonal descrito por Pelcastre-Campos (2006). Los huevos recién fecundados se incubaron en un tanque cilindro-cónico de 120 L con agua de mar pasada a través de filtros mecánicos de 10 y 5 micras y esterilizada con luz ultravioleta. Las condiciones de incubación fueron 26° C, salinidad de 35 ups, fotoperiodo 13:11 (luz: oscuridad), 700 lux de irradiancia en la superficie del agua, recambio de agua (500 ml/min) y aireación constantes. Después de la eclosión (aproximadamente 24 horas después de la fecundación), las larvas fueron transferidas a dos tanques cilindro-cónicos de 100 L a una densidad de 50 larvas/L (5000 larvas/tanque). Las condiciones en los tanques de cultivo fueron 26° C, salinidad de 35 ups, irradiancia de 1000 lux en la superficie del agua, aireación moderada desde el centro del tanque y no se realizó recambio de agua en los tanques de cultivo.

El estudio se realizó a los tres días después de la eclosión, cuando las larvas presentaban las características morfológicas que indican el inicio de la primera alimentación en larvas de peces marinos: boca y ano abiertos y ojos completamente pigmentados (Fig. 1) (Yúfera & Darias, 2007). Como alimento se suministraron rotíferos (*Brachionus rotundiformis*) en un tanque de cultivo y nauplios de copépodo-

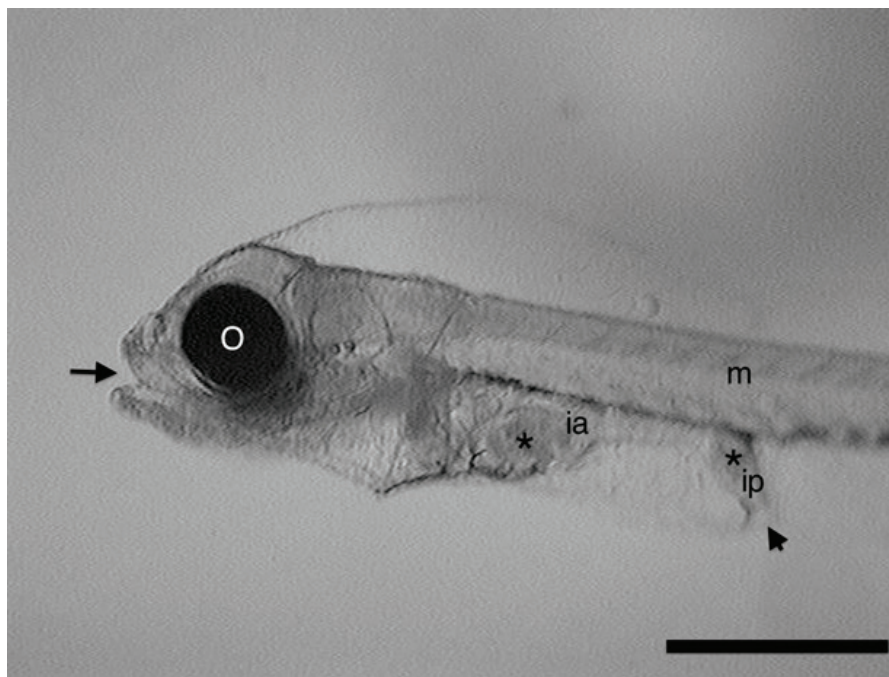


Figura 1. Larva del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* a las 72 h después de la eclosión. Se observan las características de una larva lista para alimentarse: el ojo pigmentado (o); la boca y el ano abiertos (flechas); tubo digestivo con pliegues y diferenciado en intestino anterior (ia) e intestino posterior (ip), m = musculatura axial. Los asteriscos indican alimento en el intestino anterior y en el intestino posterior. Barra = 0.5 mm.

dos (*Euterpina acutifrons*) en otro tanque; en ambos casos la densidad fue 5 presas/ml. Debido a que el comportamiento de las larvas de peces no se altera por la presencia de microalgas (Skiftesvik *et al.*, 2003) y para facilitar la observación e identificación de las diferentes conductas desplegadas por las larvas, no se agregaron microalgas en los tanques de cultivo.

En cada tanque se observaron diez larvas por un período de cinco minutos cada una. Las observaciones se realizaron antes y después de agregar el alimento. Cada larva fue elegida al azar y en diferentes zonas del tanque con la finalidad de reducir la posibilidad de observar la misma larva. No se realizaron observaciones en larvas que estaban en el fondo del tanque, ni pegadas a las paredes, solamente se consideraron aquellas larvas que se encontraban en la superficie o en la columna de agua. Se registraron las diferentes conductas desplegadas por cada larva.

En las observaciones hechas después de la adición de alimento, se evaluó el porcentaje de larvas que desplegaron una postura de ataque y el número de ataques promedio por larva durante el tiempo de observación. Los porcentajes de larvas que desplegaron un ataque fueron transformados con la raíz cuadrada de arcoseno antes de ser analizados, pero se reportan como porcentajes. Se hicieron pruebas de normalidad y homoscedasticidad y se aplicó una ANOVA de una vía para establecer el efecto del tipo de presa sobre el número de ataques por larva. El nivel de significancia fue de  $p < 0.05$ .

### RESULTADOS

Al tiempo de la primera alimentación, las larvas del huachinango del Pacífico presentaron una longitud total de  $3.08 \pm 0.12$  mm (promedio  $\pm$  d.e.,  $n = 30$ ). Antes de agregar el alimento se identificaron tres tipos de conducta en todas las larvas observadas en ambos tanques de cultivo: nado, reposo, e impulso rápido (Tabla 1). Durante el nado las larvas se mantenían en movimiento a una velocidad constante y con dirección lineal ó circular. La duración de cada período de nado fue menor a 30 segundos en todos los casos. El movimiento estaba basado en

el abatimiento de las aletas pectorales y del pliegue caudal. Los periodos de nado se interrumpían por largos periodos de reposo, que abarcó la mayor cantidad del tiempo de observación. Durante el reposo, las larvas se mantenían pasivas y sin movimiento en la columna de agua; en ocasiones se mantenían a la deriva, desplazándose hacia abajo pero sin alcanzar el fondo del tanque. El impulso rápido (C-start), era un movimiento súbito en línea recta y de corta duración, sin estímulo aparente y que generalmente duraba de uno a dos segundos y se realizaba en trayectorias horizontales, verticales, o diagonales. El número de impulsos rápidos por larva fluctuó entre tres ó cuatro durante el período de observación en todas las larvas observadas.

El patrón conductual de las larvas del huachinango del Pacífico se modificó después de agregar el alimento. Se redujo la duración del período de reposo y se incrementó el tiempo del período de nado. Sin embargo, el patrón de nado cambió a desplazamientos cortos y pausas frecuentes cuando las larvas detectaban una presa (ya sea rotífero ó copépodo). El impulso rápido (C-start) siguió ocurriendo, aunque en menor frecuencia. Se registró una nueva conducta denominada sacudida, la cual consistía de varios movimientos bruscos de todo el cuerpo, de izquierda a derecha, con duración menor a un segundo. Esta conducta ocurrió de manera esporádica y no en todas las larvas que se observaron.

Sin importar el tipo de presa, se presentaron dos patrones de acción modal (PAM) asociados a la alimentación: postura sigmoide (S) y ataque (Tabla 1). El tiempo transcurrido desde el momento en que se agregó el alimento, hasta observar la presencia de los PAM de las larvas fue menor a dos minutos. Una vez que una larva detectaba una presa se detenía frente a ella y en ocasiones asumía una postura corporal sigmoide, doblando la parte posterior del cuerpo con la cabeza dirigida a la presa. Algunas veces la postura "S" era seguida de un ataque, el cual consistía en un impulso directo dirigido hacia la presa. En ninguna ocasión se observó que una larva atacara más de una vez a la misma presa.

Tabla 1. Patrones de conducta y de acción modal (PAM) de las larvas del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* registrados durante la primera alimentación exógena.

Conducta / PAM	Descripción
Nado	Movimiento continuo, ya sea circular ó en línea recta, propulsión de las aletas pectorales y el pliegue caudal.
Reposo	Período de inactividad en la columna de agua, duración variable.
Impulso rápido (C-start)	Arranques de corta duración en línea recta, distancia variable, pero no menor a la de un ataque.
Sacudida	Movimientos bruscos de todo el cuerpo, de izquierda a derecha.
Postura Sigmoide	Flexión de la parte posterior del cuerpo adoptando una forma de "S".
Ataque	Impulso hacia delante, corta distancia, en línea recta, siempre posterior a la postura "S" y dirigido hacia una presa.

Menos de un 50% de las larvas observadas desplegaron una postura de ataque, independientemente del tipo de presa. Sin embargo, se observó una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre el porcentaje de larvas que desplegaron una postura de ataque cuando se alimentaron con nauplios de copépodos que cuando se alimentaron con rotíferos. El número promedio de ataques por larva durante el tiempo de observación fue menor a 1.5 ataques, sin importar el tipo de presa y no hubo diferencia significativa entre ambos tratamientos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Porcentaje de larvas que desplegaron una postura de ataque y número promedio de ataques por larva durante la primera alimentación del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* alimentadas con diferente tipo de presa ( $n = 10$ ). Superíndice diferente denota diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

	Tipo de presa	
	Nauplios de copépodo	Rotíferos
Larvas en postura de ataque (%)	42.5 <sup>a</sup>	32.5 <sup>b</sup>
Ataques por larva	1.2 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>

## DISCUSIÓN

El patrón de conducta de las larvas del huachinango del Pacífico antes de la adición de alimento es similar al reportado en larvas de otras especies como *Engraulis mordax* (Hunter, 1972), *Scophthalmus maximus* (Skiftesvik, 1992), *Gadus morhua* (Skiftesvik, 1992; Munk, 1995), *Hippoglossus hippoglossus* (Skiftesvik et al., 1994), *Cyclopterus lumpus* y *Anarhichas lupus* (Brown et al., 1997), *Acipenser baerii* (Gisbert et al., 1999) y *Centropomus parallelus* (Temple et al., 2004). El impulso súbito observado previo a la adición del alimento ha sido asociado con la respiración a través de la superficie corporal para favorecer el intercambio de gases, y también puede considerarse como una forma de evitar depredadores (Hunter, 1972). Los largos periodos de descanso y cortos periodos de nado durante los primeros días de desarrollo de las larvas han sido considerados como una estrategia de ahorro de energía debido a que el agotamiento de las reservas nutricionales provoca un incremento en el consumo de oxígeno desde el momento de la primera alimentación (Skiftesvik, 1992; Skiftesvik et al., 1994; Miyashima et al., 2009).

La adición de alimento provoca un cambio de comportamiento en las larvas del huachinango del Pacífico: una reducción en la duración del periodo de descanso, un cambio en el patrón de nado, y la aparición de dos patrones de acción modal (PAM), asociadas directamente con el proceso alimentario (la postura sigmoidal y el ataque). El nuevo patrón de nado observado en las larvas del huachinango del

Pacífico con distancias cortas y pausas continuas, ha sido descrito en otras especies como una estrategia de búsqueda de alimento del tipo saltatorio en el cual las pausas cortas ocurren como resultado de la detección de una presa (Munk, 1995; Hart, 1997). La duración de los periodos de nado varía entre especies y está sujeta a factores ambientales como la densidad y disponibilidad de presas (Munk, 1995). Por ejemplo, en larvas de *Gadus morhua* y de *Clupea harengus*, el periodo de nado continuo se redujo de 1-2 seg a 0.6 seg, después de agregar el alimento (Munk & Kiorboe, 1985; Munk, 1995).

El proceso alimentario inicia con la detección de la presa; para ello, las larvas del huachinango del Pacífico presentan un estado de desarrollo con vías sensoriales químicas y visuales que permiten detectar una presa (Zavala-Leal et al., 2013). La distancia de reacción ó de detección de una presa ha sido registrada en otras especies y en general, se ha reportado un incremento de la misma con el desarrollo de las larvas (Hunter, 1981; Coughlin, 1991), así como con la reducción de la densidad de las presas en larvas de *Gadus morhua* (Munk, 1995). Posterior a la detección de la presa, ocurre la ingesta; la larva del huachinango del Pacífico adopta una postura de ataque en forma de "S" que sido observada en larvas de otras especies (Hunter & Kimbrell, 1980; Hunter, 1981), lo que sugiere un patrón general en el comportamiento alimentario. En efecto, se han descrito dos PAM asociados con el ataque, en ambos casos la larva adquiere una postura corporal que le permite embestir sobre la presa. En la primera postura de ataque la larva flexiona la parte caudal del cuerpo adquiriendo una postura en forma de "C" y posteriormente se impulsa sobre la presa. En la segunda postura la larva flexiona la región caudal del cuerpo adoptando una postura en "S" y después se impulsa sobre la presa. La primera postura ha sido descrita en especies de clupeidos, mientras que la segunda ha sido observada en el resto de las especies (Hart, 1997), incluyendo *L. peru* en este estudio.

Diferentes estudios han demostrado que el éxito en la captura de la presa posterior al ataque está influenciado por factores ambientales como la turbulencia (Munk, 1995), la intensidad de luz (Huse, 1994) y el tamaño de la presa con relación al tamaño de la boca de las larvas. Hunter (1981) reportó que el tamaño óptimo de las presas que una larva ingiere corresponde al 40% del tamaño de la apertura de la boca de la larva; si la presa es de mayor tamaño no será ingerida y la larva corre el riesgo de morir por inanición. En este sentido, el hecho de que las larvas del huachinango no difirieran en el número de ataques cuando se alimentan con rotíferos o copépodos debe tomarse con precaución, ya que en estudios anteriores se ha observado que las larvas no sobreviven cuando se alimentan con el rotífero como única presa bajo condiciones de cultivo intensivo (datos no publicados); se ha sugerido que el tamaño del ro-

tífero ( $LT = 143 \pm 28$  micras) puede ser la causa. Por otro lado, la presencia y frecuencia de ocurrencia de la postura de ataque puede ser considerada como un indicador de la adecuación de las condiciones de cultivo o del tipo de presa ofrecido a las larvas. El que se haya registrado un mayor porcentaje de larvas que desplegaron un ataque cuando se alimentan con nauplios de copépodo sugiere que los nauplios son una presa más adecuada que los rotíferos, no sólo por el menor tamaño ( $LT = 80 \pm 28$  micras), sino que también las diferencias en los patrones de nado entre los rotíferos y los nauplios de copépodos pueden haber influido en el proceso alimentario de las larvas (Buskey *et al.*, 1993).

Los resultados de este estudio demuestran que las larvas del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* despliegan el mismo comportamiento alimentario que las larvas de otras especies al momento de la primera alimentación y con base a la frecuencia de los ataques desplegados después de agregar el alimento, sugieren que los nauplios de copépodos pueden ser una presa más adecuada que los rotíferos.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se realizó con apoyo institucional mediante el proyecto SIP-IPN 20070495. RP y SD son becarios COFAA-IPN y EDI-IPN.

#### REFERENCIAS

- Buskey, E. J., C. Coulter & S. Strom. 1993. Locomotory patterns of microzooplankton: potential effects on food selectivity of larval fish. *Bull. Mar. Sci.*, 53: 29-43.
- Brown, J. A., D. Wiseman & P. Kean. 1997. The use of behavioural observations in larviculture of cold-water marine fish. *Aquaculture*, 155: 297-306.
- Coughlin, D. J. 1991. Ontogeny of first-feeding Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 1896-1904.
- Dou, S., T. Seikai & K. Tsukamoto. 2000. Feeding behaviour of Japanese flounder larvae under laboratory conditions. *J. Fish Biol.*, 56: 654-666.
- Gisbert, E., P. Williot & F. Castelló-Ovary. 1999. Behavioural modifications in the early life stages of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt). *J. Appl. Ichthyol.*, 15: 237-242.
- Hart, P. J. B. 1997. Foraging tactics, 104-133. En: Godin, J.G.J. (Ed.) *Behavioural Ecology of Teleost Fishes*. Oxford University Press. Great Britain. 340 p.
- Hunter, J. R. 1972. Swimming and feeding behaviour of larval anchovy *Engraulis mordax*. *Fish. Bull.*, 70: 821-838.
- Hunter, J. R. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae, 33-79. En: Lasker, R. (Ed.), *Marine Fish Larvae*. University of Washington Press, Seattle. 239 p.
- Hunter, J. R. & C. A. Kimbrell. 1980. Early life history of the Pacific mackerel, *Scomber japonicus*. *Fish. Bull.*, 78: 89-101.
- Huse, I. 1994. Feeding at different illumination levels in larvae of three marine teleost species: cod (*Gadus morhua* L.), plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquac. Fish. Man.*, 25: 687-695.
- Lasker, R. 1981. The role of stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment, 79-87. En: Lasker, R. (Ed.), *Marine Fish Larvae*. University of Washington Press, Seattle. 239 p.
- Miyashima, A., T. Kotani, H. Tawa & H. Fushimi. 2009. Relationship among oxygen consumption, growth and survival of larval fishes, 269-271. En: Hendry, C.I., Van Stappen, G., Wille, M. & Sorgeloos, P. (Eds). *LARVI '09 – Fish & Shellfish Larviculture Symposium*. European Aquaculture Society, Special Publication No. 38, Oostende, Belgium, 2009. 567 p.
- Munk, P. 1995. Foraging behaviour of larval cod (*Gadus morhua*) influenced by prey density and hunger. *Mar. Biol.*, 122: 205-212.
- Munk, P. & T. Kiorboe. 1985. Feeding behaviour and swimming activity of larval herring (*Clupea harengus* L.) in relation to density of copepod nauplii. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 24: 15-21.
- Pelcastre-Campos, V. T. 2006. *Inducción a la ovulación y espermiogénesis en el huachinango del Pacífico Lutjanus peru (Nichols & Murphy, 1922) y almacenamiento de su semen*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 96 p.
- Skiftesvik, A. B. 1992. Changes in behaviour at onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 1570-1572.
- Skiftesvik, A. B., H. I. Browman & J. F. St Pierre. 2003. Life in green water: the effect of microalgae on the behaviour of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae, 97 - 103. En: Browman, H. I. & Skiftesvik, A. B. (Eds.). *The Big Fish Bang. proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference*. Institute of Marine Research. Bergen, Norway, 476 p.
- Skiftesvik, A. B., O. Bergh & I. Opstad. 1994. Activity and swimming at time of first feeding of halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) larvae. *J. Fish Biol.*, 45:349-351.

- Temple, S., V. R. Cerqueira & J. A. Brown. 2004. The effects of lowering prey density on the growth, survival and foraging behaviour of larval fat snook (*Centropomus parallelus* poey 1860). *Aquaculture*, 233: 205-217.
- Yúfera, M. & M. J. Darias. 2007. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture*, 268: 53-63.
- Zavala-Leal, I., S. Dumas, O. López-Villegas, R. Peña, M. Contreras-Olguín, L. Flores-Montijo & J. de la Cruz-Agüero. 2013. Structural development of Pacific red snapper *Lutjanus peru* from hatching to the onset of first feeding. *Aquacult. Res.* 1: 1-13.