



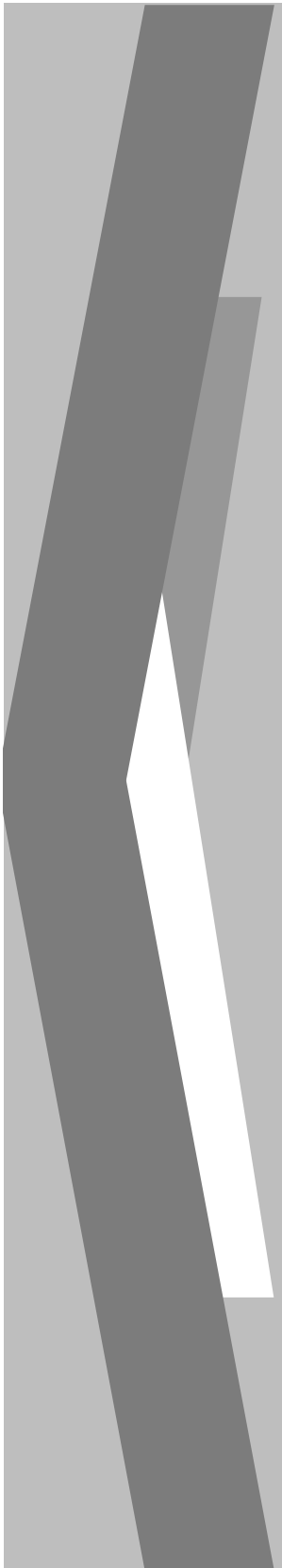
del 7 al 12 de febrero

*Sinergia entre ciencia e industria para el
desarrollo y la sostenibilidad*



**Foro
Iberoamericano
de los
Recursos
Marinos y la
Acuicultura**

Memorias en extenso
Proceedings **2021**



**X Foro Iberoamericano de los
Recursos Marinos y la Acuicultura**

*Sinergia entre ciencia e industria para el
desarrollo y la sostenibilidad*

**Marcos de Donato,
Nieves González-Henríquez, Manuel Rey-Méndez,
Paul Martin Baltazar Guerrero, Jorge Sonnenholzner,
José Javier Alió Mingo, César Lodeiros**

Esta obra se debería citar como:

Todo el libro:

De Donato M., González-Henríquez N., Rey-Méndez M., Baltazar-Guerrero P. M., Sonnenholzner J., Alió Mingo J.J., Lodeiros C. 2021. X Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura: Sinergia entre ciencia e industria para el desarrollo y la sostenibilidad. Ediciones AFRIMAR-AFIRMA, Las Palmas de Gran Canarias, España, 1032 pp.

Trabajo:

Mestres F., Sellés M., Rojo E., Lagares C., Serra B., Ojeda V., Abelló P. (2021). La conectividad entre poblaciones del cangrejo marino *Liocarcinus depurator* en la transición Atlanto-mediterránea. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui. 10: 495-511.

Nota de los editores:

Los manuscritos en extenso suponen memorias de los trabajos presentados en el X FIRMA 2021 *online* y han sido revisados por el comité editorial del libro. Las opiniones y manifestaciones científicas en los artículos, construcción gramatical, así como el estilo, particularmente en la forma de exposición de autores, referencias y usos de símbolos, se respetaron para su publicación y son responsabilidad de los autores, quienes tienen también todo el derecho sobre ellos para su publicación por otras vías, incluyendo revistas científicas.

Composición gráfica y arte final

Marycruz García-González
garcia.marycruz@gmail.com
ISBN: 978-84-09-32773-7

La presente obra tiene una licencia *Creative Commons*. Todo usuario es libre de compartir, copiar, distribuir y comunicar públicamente los contenidos bajo las siguientes condiciones:



CC-BY Atribución: debe reconocer los créditos de cada uno de los contenidos de la manera especificada por el licenciente.

NC No comercial: obliga a que la obra no sea utilizada con fines comerciales.

SA Obras derivadas: permite obras derivadas bajo la misma licencia o similar.

Influencia de la temperatura sobre la tasa de consumo de vitelo y gota de aceite en las larvas de pargo flamenco *Lutjanus guttatus*

Influence of temperature on yolk and oil droplet consumption by spotted rose snapper larvae *Lutjanus guttatus*

María Isabel Abdo-de la Parra^{1,2}, Gustavo Alejandro Rodríguez-Montes de Oca³, Luz Estela Rodríguez-Ibarra², José Cristóbal Román-Reyes³, Gabriela Velasco-Blanco²

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán, Sinaloa, México.

²Posgrado de Ciencias Agropecuarias, Colegio de Ciencias Agropecuarias. Unidad Académica FACIMAR, de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

³Laboratorio de Reproducción y Cultivo de Peces, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

✉ **María Isabel Abdo-de la Parra** () E-mail: abdo@ciad.mx

RESUMEN | El vitelo es la principal fuente de energía para huevos y larvas vitelinas de peces marinos. La temperatura juega un papel dominante en la eficiencia de la conversión del vitelo en tejido corporal y afecta el tamaño que puede alcanzar la larva en la primera alimentación. En el presente trabajo se evaluó el efecto de diferentes temperaturas sobre el consumo del saco vitelino y la gota de aceite de *Lutjanus guttatus* para determinar la temperatura adecuada de cultivo para larvas vitelinas. Los huevos fertilizados de pargo flamenco se colocaron en tinas de plástico de 20 L a diferentes temperaturas (22, 25, 28 y 31 °C) con tres replicados por tratamiento. Se determinó el tiempo y porcentaje de eclosión, longitud total (LT), tasa de consumo de vitelo (TCV) y gota de aceite (TCGA) a las 0, 24, 48 y 72 h después de la eclosión (HDE). Los huevos incubados a 22 °C no eclosionaron. El tiempo de eclosión en los huevos incubados a 31 °C fue significativamente menor. No se observaron diferencias en el porcentaje de eclosión entre tratamientos. Las larvas a 31 °C presentaron mayor LT al eclosionar y 24 HDE que las larvas a 25 °C. La TCV y TCGA fue mayor en las larvas a 31 °C a 0 y 24 HDE. Se presentó mortalidad total en las larvas incubadas a 25 °C y 31 °C a las 48 y 72 HDE, respectivamente. La temperatura adecuada para la incubación de huevos y larvas de *L. guttatus* se debe llevar a cabo a 28 °C para favorecer el consumo de sus reservas energéticas adecuado para su crecimiento y supervivencia.

Palabras clave: Larvas de pargo, eclosión, crecimiento, reservas energéticas

ABSTRACT | Yolk is the main energy source for eggs and marine fish larvae. Temperature is a key factor in determining the efficiency of yolk conversion into body tissues, which can affect the size larvae reach at first feeding. In this work, we evaluate the effect of different temperatures on the consumption of the yolk sac and oil droplet by *Lutjanus guttatus* in order to determine the most adequate culture temperature during the first days after hatch. The fertilized eggs were placed in 20 L plastic tanks at different temperatures (22, 25, 28 and 31 °C) with three replicates per treatment. Time and

Abdo-de la Parra *et al.*

percentage of hatching, total length (TL), and consumption of yolk and oil droplet at 0, 24, 48 and 72 h after hatching (HAH) were determined. Eggs incubated at 22 ° C did not hatch while hatching time in eggs incubated at 31 ° C decreased significantly ($P < 0.05$). No differences were observed in hatching percentages between treatments. Larvae reared at 31 ° C were larger than those reared at 25 ° C at 0 and 24 HAH. The consumption of the yolk and the oil droplet was also greater in larvae reared at 31 ° C at 0 and 24 HAH; however, larvae at 25 ° C did not survive at 48 HAH neither did larvae reared at 31 ° C at 72 HAH. The optimal temperature for incubation and larval culture of *L. guttatus* at a yolk sac stage was achieved at about 28 ° C, which would provide adequate growth, survival and consumption of its energy reserves.

Palabras clave: Snapper larvae, hatch, growth, energy reserves

INTRODUCCIÓN

En los huevos de los peces teleósteos, como el pargo flamenco (*Lutjanus guttatus*), se forma un saco vitelino extraembrionario que contiene vitelo y gotas de aceite (Fig. 1). El vitelo es la principal fuente de energía, de hormonas y enzimas durante la embriogénesis y el periodo de alimentación endógena de las larvas (Kamler, 1992; Kamler, 2008).

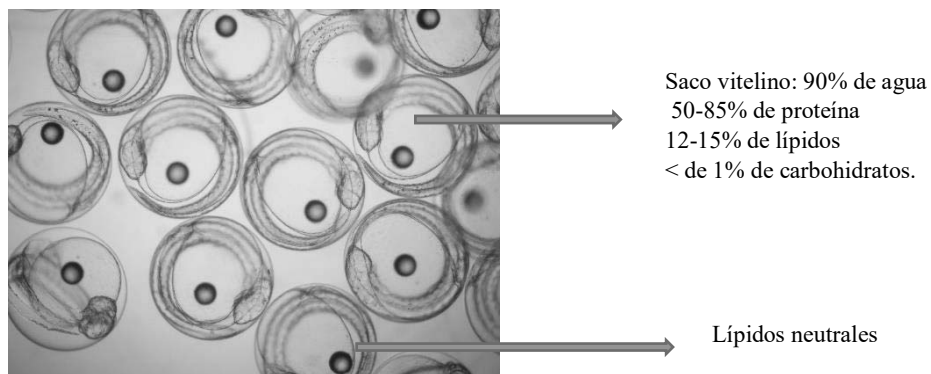


Figura 1. Huevos fertilizados de pargo flamenco *Lutjanus guttatus*

Los principales componentes del vitelo son las plaquetas de vitelo ricas en lipoproteínas y fosfoproteínas (Fig. 2) y las gotas de aceite son principalmente lípidos neutrales con una alta proporción de ácidos grasos mono insaturados (Heming & Buddington, 1988).

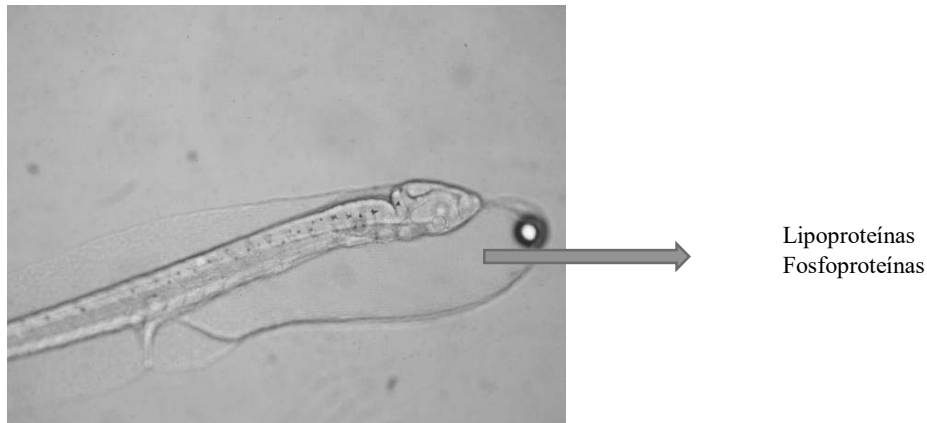


Figura 2. Larva de pargo flamenco *Lutjanus guttatus*

La tasa de absorción del vitelo y eficiencia de utilización de las reservas vitelinas son importantes para determinar el desarrollo temprano, crecimiento y supervivencia de las larvas hasta el inicio de la alimentación exógena (Heming & Buddington, 1988). Al periodo del paso de la alimentación endógena a exógena se le conoce como “periodo crítico” en el desarrollo larvario y la mortalidad puede ser muy alta (Hardy & Livak, 2004). La tasa de absorción del vitelo es baja al principio de la ontogenia y se incrementa poco a poco. Después de la eclosión, la absorción es más rápida que en los embriones (Kamler, 1992), debido a que las larvas presentan tasas metabólicas más altas. La tasa absoluta de utilización de vitelo disminuye después del estadio de nado como resultado de una cantidad limitada de contenido de vitelo (Kamler, 1992; Jaroszewska & Dabrowski, 2011). Se ha demostrado que tanto la eficiencia, como la tasa de consumo del vitelo y de la o las gotas de aceite, son específicas de cada especie y dependen también de factores abióticos como la temperatura, luz, concentración de oxígeno disuelto en el agua y la salinidad (Blaxter, 1992; Jaroszewska & Dabrowski, 2011). Dentro de los factores ambientales, la temperatura se considera el más importante (Kamler, 2002; Pittman *et al.*, 2013). La temperatura juega un papel dominante en la eficiencia de la conversión del vitelo en tejido corporal (Jaworski & Kamler, 2002), y afecta el tamaño que puede alcanzar la larva en la primera alimentación (Kamler, 2008) debido a su importancia en el control de los procesos fisiológicos (Blaxter, 1992). El consumo lento o rápido del vitelo puede ser determinante en el desarrollo y supervivencia de las larvas. Varios autores han demostrado que la eficiencia en el consumo del vitelo y las gotas de aceite es mayor en las larvas de peces marinos cultivadas dentro de los rangos óptimos de temperatura de cada especie, y disminuye cuando se cultivan fuera del rango óptimo (Kaminski, *et al.* 2006; Peña, *et al.*, 2014; Barón-Aguilar, *et al.*, 2015; Estrada-Godínez, *et al.*, 2015; Hui, *et al.*, 2015; Guevara-Fletcher, *et al.*, 2017). En temperaturas mayores a la óptima, las larvas eclosionarán en estadios prematuros y con sacos vitelinos más pequeños (Hempel, 1979; Yoseda, *et al.*, 2006; Azocar, *et al.*, 2014); a temperaturas menores se incrementa la incidencia de deformidades y mortalidades altas antes de

completar la reabsorción del saco vitelino (Hart & Purser, 1995; Das, *et al.*, 2006; Petereit, *et al.*, 2008; Brown *et al.*, Maslova, 2011; Pittman *et al.*, 2013), por lo que es necesario determinar la temperatura adecuada para que se lleve a cabo eficientemente la reabsorción del vitelo de las larvas de cada una de las especies en cultivo.

El pargo flamenco *Lutjanus guttatus* es una especie con alta demanda en algunos países de Latinoamérica; las investigaciones sobre su reproducción artificial se iniciaron hace varios años en Latinoamérica (Alvarez-Lajonchère *et al.*, 2012). Hasta la fecha, en México, uno de los cuellos de botella para el cultivo del pargo flamenco, a gran escala, es la producción masiva de juveniles de calidad (Alvarez-Lajonchère *et al.*, 2012). En la larvicultura del pargo flamenco en la planta piloto de producción de peces marinos del CIAD, Mazatlán, se han observado mortalidades altas de las larvas al pasar de la alimentación endógena a exógena.

En el presente trabajo se evaluó el efecto de diferentes temperaturas sobre el consumo y tasa de absorción del saco vitelino y la gota de aceite de *L. guttatus*, para determinar la temperatura adecuada de cultivo de las larvas vitelinas de esta especie y aumentar la supervivencia de las mismas durante el periodo de alimentación endógena, con el fin de coadyuvar al mejoramiento del protocolo de cultivo larvario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de los huevos fertilizados

Los huevos fertilizados de pargo flamenco se obtuvieron de la planta piloto para la producción de peces marinos del CIAD, Unidad Mazatlán, mediante los protocolos establecidos en la misma (Ibarra-Castro *et al.*, 2012).

Diseño experimental

Se evaluaron cuatro temperaturas (22, 25, 28 y 31 °C) con tres replicados cada una. En tinas de plástico transparente conteniendo 15 L de agua de mar filtrada por UV, se colocaron dos ml de huevos fertilizados de pargo flamenco (alrededor de 2500 huevos) y se incubaron a la temperatura deseada. Las tinas del tratamiento de 22 °C se colocaron en un cuarto climatizado a 22 °C; el resto de los tratamientos se colocó en un laboratorio climatizado a 25 °C y para obtener las temperaturas de 28 y 31 °C a cada contenedor se le colocó un termostato (Termal, 300 watts), el cual se reguló para obtener la temperatura deseada; cada contenedor contó con aireación para mantener el oxígeno disuelto en el agua a 5 ppm. La temperatura de cada contenedor se monitoreo cada cuatro horas. El cultivo se llevó a cabo sin recambio de agua; solo en el caso de que la temperatura aumentara se agregaba agua de mar filtrada hasta alcanzar la temperatura evaluada.

Porcentaje y tiempo de eclosión

Se determinó el porcentaje (%E) y tiempo de eclosión en cada tratamiento. %E = Larvas eclosionadas/ huevos incubados X 100

Consumo del saco vitelino y de la gota de aceite

Se tomaron muestras de larvas al eclosionar (0h), a las 24, 48 y 72 h después de la eclosión (DE) de cada tratamiento. Cada larva muestreada se anestesió con 2-phenoxyethanol (Sigma Aldrich®, P1126, Toluca, Edo. México) a una concentración de 0.1ml L y se colocaron individualmente, mediante pipetas Pasteur, en una laminilla excavada para observarlas en un microscopio Olympus® con el objetivo 4X adaptado con un micrómetro ocular de 25 µm, para determinar la longitud total (LT), volumen del saco vitelino (VSV) y de la gota de aceite (VGA) mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{VSV (mm}^3\text{)} = (\pi/6) \text{LH}^2$$

Donde L es la longitud y H es el ancho del saco vitelino (Blaxter y Hempel, 1966)

$$\text{VGA (mm}^3\text{)} = 4/\text{VSV} \cdot 3 \pi r^3$$

Donde r es el radio de la gota lipídica (mm) (Williams *et al.* 2004)

Análisis estadístico

A todos los resultados se les determinó la normalidad de su distribución (prueba de Bartlett) y la homocedasticidad de su varianza (prueba de Levene); los datos normales se analizaron mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA) (P<0,05) y las diferencias significativas entre los tratamientos se determinaron por pruebas de comparación múltiple de rangos de Tukey; los datos que no presentaron distribución normal se analizaron mediante una prueba de Kruskal-Wallis (P<0,05) (Zar, 1996). Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa *Statgraphics Plus 5.1*.

RESULTADOS

Porcentaje, tiempo de eclosión y crecimiento

En los huevos incubados a 22°C no se presentó eclosión, el embrión se desarrolló hasta la etapa de formación de órganos y cola, pero no eclosionaron. En el resto de los tratamientos evaluados, el porcentaje de eclosión no fue estadísticamente significativo (Tabla 1); sin embargo, el tiempo de eclosión si fue significativamente diferente entre las temperaturas evaluadas; las larvas incubadas a

31°C iniciaron a eclosionar a las 14 HDF y fueron significativamente más grandes en su LT que las larvas eclosionadas a 25°C, las cuales eclosionaron 19 HDF; las larvas incubadas a 28°C eclosionaron a las 16 HDF y no presentaron diferencias significativas en su LT con respecto a las larvas eclosionadas al resto de los tratamientos. A las 24 HDE las larvas mantenidas a 31°C presentaron mayor LT que las larvas cultivadas a 25°C, las larvas mantenidas a 28°C no presentaron diferencias significativas en su LT con las larvas del tratamiento de 25°C. A las 48 HDE las larvas en 25°C no sobrevivieron; sin embargo, a las 72 HDE las larvas en 31°C tampoco sobrevivieron, solo las larvas a 28°C presentando una LT de 2,6 mm.

Tabla 1. Resultados de porcentaje y tiempo de eclosión y longitud total de las larvas de *L. guttatus* en las diferentes temperaturas evaluadas

	Temperaturas (°C)			
	21	25	28	31
Tiempo de Eclosión (HDF)	ND	19,6 ± 0,57 ^a	15,6 ± 0,57 ^b	13,3 ± 0,5 ^c
Porcentaje de Eclosión (%E)	ND	83,1 ± 16,0	84,3 ± 10,5	96,1 ± 1,3
LT al eclosionar (mm)		1,67 ± 0,13 ^a	1,77 ± 0,16 ^{ab}	1,84 ± 0,27 ^b
LT a 24 HDE		2,38 ± 0,13 ^a	2,44 ± 0,23 ^{ab}	2,48 ± 0,09 ^b
LT a 48 HDE		ND	2,44 ± 0,09 ^a	2,54 ± 0,09 ^b
LT a 72 HDE			2,6 ± 0,1	ND

Los valores representan la media ± la desviación estándar. Los superíndices diferentes en los renglones indican diferencias significativas ($P < 0,05$). HDF: horas después de la fertilización, HDE: horas después de la eclosión, ND: no determinado

Consumo del saco vitelino y de la gota de aceite

Como se observa en la Tabla 2, el volumen del vitelo y de la gota de aceite en las larvas eclosionadas a 31°C, tanto al eclosionar como a las 24 HDE fue significativamente menor a las larvas eclosionadas y mantenidas a 28 y 25°C; a las 48 HDE no se presentaron diferencias significativas en el consumo de vitelo y gota e aceite en las larvas cultivadas a 28 y 31°C. Como ya se mencionó, las larvas a los 25°C no sobrevivieron a las 48 HDE y las larvas a los 31°C no sobrevivieron a las 72 HDE. Las larvas cultivadas a 28°C consumieron totalmente su vitelo y gota de aceite a ese tiempo

Tabla 2. Promedios ± desviación estándar de volumen y consumo del saco vitelino (VSV, TCV) y de la gota de aceite (VGA, TCGA), en las larvas de *L. guttatus* obtenidas en las diferentes temperaturas evaluadas.

Tasa de consumo de vitelo y gota de aceite en larvas de *Lutjanus guttatus*

	Temperatura (°C)		
	25	28	31
VSV al eclosionar (mm ³)	0,090 ± 0,06 ^b	0,086 ± 0,124 ^b	0,073 ± 0,008 ^a
VSV a 24 HDE (mm ³)	0,025 ± 0,014 ^b	0,022 ± 0,015 ^a	0,009 ± 0,007 ^a
VSV a 48 HDE (%)	ND	0,00075 ± 0,0006	0,00070 ± 0,0002
TCV a 24 HDE (%)	72,22 ± 1,4 ^a	74,41 ± 1,5 ^a	87,67 ± 1,1 ^b
TCV a 48 HDE (%)	ND	99,12 ± 1,2	99,04 ± 1,1
VGA al eclosionar (mm ³)	0,00087 ± 0,0002 ^b	0,00079 ± 0,0002 ^b	0,00066 ± 0,0002 ^a
VGA a 24 HDE (mm ³)	0,00029 ± 0,00019 ^b	0,00024 ± 0,0025 ^b	0,000072 ± 0,00007 ^a
VGA a 48 HDE (mm ³)	ND	0,0000076 ± 0,000001	0,0000064 ± 0,000002
TCGA a 24 HDE	64,63 ± 1,0 ^a	69,23 ± 1,2 ^a	89,41 ± 1,0 ^b
TCGA a 48 HDE	ND	99,02	99,05

Los valores representan la media ± la desviación estándar. Los superíndices diferentes en los renglones indican diferencias significativas ($P < 0,05$). VSV: volumen del saco vitelino; TCV: tasa de consumo del vitelo; VGA: volumen de la gota de aceite; TCGA: tasa de consumo de la gota de aceite; HDE: horas después de la eclosión; ND: no determinado

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio mostraron que la temperatura del agua de incubación tiene un efecto sobre el desarrollo embrionario y tiempo de eclosión en las larvas de *L. guttatus*; altas temperaturas (31°C) incrementan el desarrollo del embrión y aceleran el proceso de eclosión y a baja temperatura (22°C), el embrión empezó a desarrollarse en las primeras horas DF; pero antes de la eclosión cesó su desarrollo y se presentó el 100% de mortalidad de los embriones. En trabajos previos con esta especie se ha reportado que la eclosión inicia entre las 15 y 17 HDF, dependiendo de la temperatura, para concluir tres o cuatro HDF (Boza-Abarca *et al.*, 2008; Abdo de la Parra *et al.*, 2010; Ibarra-Castro *et al.*, 2012). Se ha demostrado que los estadios tempranos de los huevos de peces marinos antes de que el embrión esté completamente formado, son muy sensibles a los cambios del medio ambiente como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el agua de cultivo, dentro de estos factores abióticos, la temperatura es determinante en el desarrollo de los embriones y larvas de peces (Jaroszewska y Dabrowski, 2011); a bajas temperaturas (18-22°C) en las especies subtropicales o tropicales los embriones no completan su desarrollo y a temperaturas altas (30-32°C) se acelera la eclosión (Kamler 1992; Gracia-López *et al.*, 2004; Brown *et al.*, 2011), como fue el caso en el presente estudio. El conocimiento sobre el efecto de la temperatura del agua durante la incubación del huevo en el desarrollo del embrión y eclosión de las larvas de peces marinos producidos a gran escala en cautiverio, podría ser una forma de optimizar los procedimientos en la acuicultura. Las reservas nutricionales se acumulan en el huevo (vitelo y gota de grasa) durante la maduración del ovocito en el ovario de las hembras y van a tener una doble función: formación de estructuras en el desarrollo del embrión y mantenimiento del metabolismo energético. El vitelo está compuesto de 90% de agua, 50-85% de proteína en peso seco,

12-15% de lípidos y menos de 1% de carbohidratos (Heming y Buddington, 1988). La fase de nutrición endógena en los peces, es la primera de las tres fases de adquisición de nutrientes, antes de que se lleve a cabo la alimentación exógena. La duración del periodo de nutrición endógena es muy variable entre las especies (Jaroszewska y Dabrowski, 2011). Tanto la tasa de absorción como la eficiencia de utilización del vitelo son determinantes en el desarrollo inicial, crecimiento y supervivencia de las larvas de peces. Son afectados por un número de factores tales como la temperatura, la luz, la concentración de oxígeno y la salinidad (Heming y Buddington, 1988). Metodológicamente, pueden determinarse por el contenido calórico del vitelo, peso seco, peso húmedo y volumen. En el presente trabajo se determinó mediante el volumen del vitelo y gota de aceite. La absorción del vitelo en peces se da mediante una estructura especializada llamada sincitio, que desaparece una vez que el vitelo haya sido agotado (Zavala, 2011). Los componentes del vitelo entran en el sincitio por endocitosis. Se presenta luego una digestión intrasincitial y posterior síntesis de metabolitos los cuales son liberados a la circulación vitelina (Heming y Buddington, 1988).

De manera general, el consumo de vitelo se ha caracterizado en muchos teleósteos por presentar tres fases de absorción. La primera fase, también llamada fase de pre-eclosión, es caracterizada por un suave pero constante incremento en la tasa de absorción de vitelo, donde el saco de vitelo y el glóbulo de aceite son consumidos en aproximadamente la misma proporción (Zavala, 2011). Justo un poco antes y al momento de la eclosión, la tasa de absorción de vitelo se incrementa rápidamente, probablemente en respuesta al aumento de la superficie de absorción debido a los cambios en la forma del saco vitelino o bien al aumento en la actividad metabólica del sincitio (Kamler, 1992). Esto marca el inicio de la segunda fase o fase posteclosión, y es caracterizada por una relativamente alta y constante tasa de absorción. Dado que se aproxima el agotamiento del saco de vitelo, su tasa de absorción disminuye, probablemente en respuesta a la disminución de la superficie del área de absorción por el encogimiento del saco de vitelo o al cambio en la composición del vitelo. De esta forma da inicio de la tercera fase o fase terminal de absorción, en la cual, el glóbulo de aceite es preferentemente consumido (Heming y Buddington, 1988). Este patrón de consumo de reservas vitelinas fue observado en el presente trabajo y ha sido reportado para diferentes especies como *Lutjanus campechanus* (Williams *et al.*, 2004), *Pagrus pagrus* (Aristizabal, 2006), *Lutjanus peru* (Zavala, 2007), entre otros. Además, se ha observado que durante las primeras horas después de la eclosión, el consumo de vitelo es mayor, coincidiendo con el incremento en la talla de las larvas (Zavala, 2011). Los factores que afecten la actividad metabólica del sincitio afectan de manera directa la tasa de absorción del vitelo. La tasa de absorción se incrementa por el efecto de la temperatura fuera de un rango óptimo (Heming y Buddington, 1988; Kamler, 2002; Pittman *et al.*, 2013). También se ha demostrado que el efecto de la temperatura sobre la eficiencia en la utilización del vitelo no presenta un patrón definido ya que la temperatura tiene un efecto especie-específico, por ejemplo en la cabrilla sardinera (Gracia-López *et al.*, 2004), robalo (Barón-Aguilar *et al.*, 2015) y huachinango (Zavala, 2007; Peña *et al.*, 2014; Estrada-Godínez *et al.*, 2015), las larvas presentaron una mayor longitud a baja temperatura baja y el consumo de vitelo y gota de aceite es mayor a temperaturas altas; en otras especies como la merluza (Guevara-Fletcher *et al.*, 2017) la mayor

longitud se presentó en la temperatura más alta así como el consumo de vitelo y gota de aceite, como fue el caso en el presente estudio; por lo tanto, de acuerdo a los resultados del presente estudio, se infiere que la temperatura de incubación y de cultivo de larvas vitelinas afectó el consumo del vitelo y la gota de aceite; la utilización de las reservas energéticas fue más rápida en las larvas cultivadas a 31°C. Sin embargo, tanto las larvas en 25°C y a 31°C no sobrevivieron las 72 HDE; por lo cual, se infiere que la temperatura para la incubación y cultivo de larvas vitelinas del pargo flamenco se debe llevar a cabo alrededor de los 28°C para un adecuado consumo de sus reservas energéticas y logren una exitosa transición a la alimentación exógena

CONCLUSIONES

Se confirmó el efecto de la temperatura sobre el porcentaje y tiempo de eclosión, crecimiento y en el consumo de las reservas vitelinas de las larvas de pargo flamenco *L. guttatus*. Los resultados obtenidos sugieren que la temperatura para la incubación y cultivo de larvas vitelinas del pargo flamenco se debe llevar a cabo a los 28°C para lograr la sobrevivencia del embrión, eclosión, crecimiento y consumo adecuado de sus reservas energéticas y puedan lograr una exitosa transición a la alimentación exógena.

Agradecimientos

A Valerie Williams por su apoyo en la redacción del resumen en inglés y corrección del manuscrito. A Juan Huerta por su asistencia técnica. Al personal de la planta piloto para la producción de peces marinos del CIAD, Mazatlán por proporcionar los huevos de pargo flamenco

REFERENCIAS

- Abdo de la Parra, M. I., Rodríguez Ibarra L. E., Campillo-Martínez F., Velasco-Blanco G., García-Aguilar N., Álvarez-Lajonchère L., Voltolina D. 2010. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia larval del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(1): 141-146.
- Alvarez-Lajonchere L.S., Abdo de la Parra M. I., Rodríguez Ibarra L. E., Velasco Blanco G., Puello Cruz A., González- Rodríguez B., Ibarra Soto A., Ibarra Castro, L. 2012. The Scale-up of Spotted Rose Snapper, *Lutjanus guttatus*, Larval Rearing at Mazatlan, Mexico. *Journal of World Aquaculture Society*, 43(3): 411-421.
- Aristizabal O.E. 2006. Consumo de oxígeno, crecimiento y utilización del alimento durante el desarrollo larval del besugo *pagrus pagrus* (linné 1758) (pisces: sparidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 41 (2): 209-222.

- Azocar C, Claramunt G., Yañez F., Futagawa M. 2014. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo embrionario y larval de *Graus nigra* (Kyphosidae) del norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(1): 11-122.
- Barón-Aguilar C., Rhody C., N. R., Bremman N. P., Main K. L., Peebles E. B., Muller-Karger F. E. 2015. Influence of temperatura on yolk resorption in common snokk *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) larvae. *Aquaculture Research* 46: 1679-1687.
- Blaxter J. H. S. 1992. The effect of temperature on larval fishes. *Neth. J. Zool.* 42:336–357
- Blaxter J. H.S, Hempel G. 1966. Utilization of yolk by herring larvae. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 46:219–234.
- Boza-Abarca J., Calvo-Vargas E., Solís-Ortiz N., Komen J. 2008. Induced spawning and larval rearing of spotted rose snapper, *Lutjanus guttatus*, at the Marine Biology Station, Puntarenas, Costa Rica. *Ciencias Marinas* 34: 239-252.
- Brown C. A., Gothreaux C. T., Green C. C. 2011. Effects of temperature and salinity during incubation on hatching and yolk utilization of Gulf killifish *Fundulus grandis* embryos. *Aquaculture* 315: 335–339.
- DasT., Chakraborty P., Manush P. S., Dalvi S. M., Sarma, K., Mukherjee, S.C.2006. Thermal dependence of embryonic development and hatching rate in *Labeo rohita* (Hamilton, 1822). *Aquaculture* 255, 536–541.
- Estrada-Godínez J. A., Moreno-Figueroa L. D., Maldonado-García M., Pérez-Urbiola J. C., Romero-Rodríguez J., Audelo-Naranjo A. 2015. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(1): 137-145.
- Guevara-Fletcher C., Alvarez O., Sánchez J., Iglesias J. 2017. The effect of temperature on the development of yolk-sac larvae of European hake (*Merluccius merluccius* L.) under laboratory conditions. *Aquaculture Research* 48(4): 1392-1405
- Gracia-López V., Kiewek-Martínez M., Maldonado-García M. 2004. Effects of temperature and salinity on artificially reproduced eggs and larvae of the leopard grouper *Mycteroperca rosacea*. *Aquaculture* 237: 485-498.
- Hardy R. S., Livak M. 2004. Effects of temperature on the early development, growth and survival of shortnose sturgeon, *Acipenser brevirostrum*, and Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus*, yolk

Tasa de consumo de vitelo y gota de aceite en larvas de *Lutjanus guttatus*
sac larvae. *Environmental Biology of Fishes* 70: 145-154.

Hart P. R., Purser G.J. 1995. Effects of salinity and temperatura on eggs and yolk sac larvae of the greenback flounder (*Rhombosolea tapirina* Gunter, 1862). *Aquaculture*, 136(3-4): 221-230.

Heming T. A., Buddington R. K. 1998. Yolk absorption in embryonic and larval fishes. In: Hoar W.S y Randall D. J. Fish Physiology. Vol XI The physiology of developing fish. Part A. Eggs and Larvae. (pp 408-447) Academic Press, Inc. San Diego.

Hempel G. 1979. Early life history of marine fish, Washington Sea Grant Pulication. University of Washinton Press. Seattle. 70 p.

Hui W., Guodong L., Jiahui L., Hongshuai Y., Jun Q., Pao X. 2015. Combined effects of temperature and salinito n yolk utilization in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research* 46: 2418-2425.

Ibarra-Castro, L., Muñoz-Meza L., Álvarez-Lajonchère L. 2012. Estudios sobre el manejo e incubación de huevos del pargo flamenco *Lutjanus guttatus* (Pisces, Lutjanidae). *Hidrobiológica*, 22 (1): 49-57.

Jaroszewska M., Dabrowski K. 2011. Utilization of yolk: transition from endogenous to exogenous nutrition in fish. In: Larval Fish Nutrition (Ed Holt G. J.) pp. 183-218. John Wiley & Sons. UK.

Jaworski y Kamler E. 2002. Development of a bioenergetics model for fish embryos and larvae during the yolk feeding period. *Journal of Fish Biology* 60, 785–809.

Kaminski R., Kamler E., Korwin-Kossakowsk M., Myszkowski L., Wolnicki J. 2006. Effects of different incubation temperaturas on the yolk-feeding stage of *Eupallasella percunurus* (Pallas). *Journal of Fish Biology*, 68: 1077-1090.

Kamler E. 1992. Early life history of fish. An energetics approachs. Chapman and Hall. London. 267 pp.

Kamler E. 2002. Ontogeny of yolk-feeding fish: an ecological perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 79–103.

Kamler E. 2008. Resourceallocation in yolk-feeding fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 18: 143-200.

- Maslova O. N. 2011. Dynamics of chemical composition of the black sea gray mullet *Mugil cephalus* in the period of early ontogenesis and its dependence on temperature and salinity. *Journal of Ichthyology* 51(5): 382-391
- Peña R., Dumas S., Zavala-Leal., Contreras-Olguín M. 2014. Effect of incubation temperature on the embryonic development and yolk-sac larvae of the pacific red snapper *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922). *Aquaculture Research* 45: 519-527.
- Petereit C., Haslob H., Kraus G., Clemmesen C. 2008. The influence of temperature on the development of Baltic Sea sprat (*Sprattus sprattus*) eggs and yolk sac larvae. *Marine Biology*, (2008) 154: 295–306.
- Pittman K., Yúfera M., Pavlidis M., Geffen A. J., Koven W., Ribeiro L., Zambonino-Infante J. L., Tandler A. 2013. Fantastically plastic: fish larvae equipped for a new world. *Reviews in aquaculture* 5 (1): 224-267
- Williams, K., Papanikos, N., Phelps, R.P., Shardo, J. D. 2004. Development, growth, and yolk utilization of hatchery-reared red snapper *Lutjanus camperechanus* larvae. *Marine Ecology Progress Series*, 275. 231-239
- Yoseda K., Dan S., Sugaya T., Yokogi K., Tanaka M., Tawada S. 2006. Effects of temperature and delayed initial feeding on the growth of malabar grouper (*Epinephelus malabricus*) larvae. *Aquaculture* 256: 192-200
- Zavala I. 2007. Efecto de la temperatura, intensidad de luz, tipo y densidad de presa en la eficiencia alimenticia durante la ontogenia inicial del huachinango del pacífico (*Lutjanus peru*). Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. 52p.
- Zavala I. 2011. Caracterización bioquímica del consumo de reservas vitelinas en peces teleósteos de ontogenia indirecta. *Revista Electrónica de Veterinaria* 12 (3): 1-32.

