

Desarrollo Embrionario del Pargo Colorado *Lutjanus colorado* (Jordan & Gilbert, 1882)

Embryonic Development of Pargo Colorado *Lutjanus colorado* (Jordan & Gilbert, 1882)

María Isabel Abdo-de la Parra*; Noemí García-Aguilar*; L. Estela Rodríguez-Ibarra*;
Gabriela Velasco-Blanco* & Leonardo Ibarra-Castro*

ABDO-DE LA PARRA, M. I.; GARCÍA-AGUILAR, N.; RODRÍGUEZ-IBARRA, L. E.; VELASCO-BLANCO, G. & IBARRA-CASTRO, L. Desarrollo embrionario del pargo colorado *Lutjanus colorado* (Jordan & Gilbert, 1882). *Int. J. Morphol.*, 32(3):902-908, 2014.

RESUMEN. El pargo colorado (*Lutjanus colorado*) es una especie con un alto valor comercial en el mercado mexicano, con potencial para su cultivo. Hasta la fecha no existen estudios sobre su reproducción, cultivo larvario y engorda en cautiverio. El presente trabajo es el primer reporte sobre la descripción a detalle del desarrollo embrionario de la especie bajo condiciones de cultivo. Los huevos fertilizados viables del pargo colorado son pelágicos, esféricos, transparentes y con una sola gota de aceite. Midieron $0,77 \pm 0,09$ mm de diámetro y la gota de aceite $0,14 \pm 0,01$ mm. La primera división ocurrió a las 0,05 horas post fertilización (HPF). La eclosión se llevó a cabo a las 17,22 HPF bajo las condiciones del presente estudio. Las larvas recién eclosionadas midieron $1,8 \pm 0,1$ mm de longitud total (LT). El desarrollo embrionario de esta especie fue similar a la descrita para especies de la misma familia. Los resultados del presente estudio aportan información básica para iniciar el desarrollo de la biotecnología para la producción de semilla de esta especie a escala comercial.

PALABRAS CLAVE: Blástula; Gástrula; Organogénesis; Eclosión; *Lutjanus colorado*.

INTRODUCCIÓN

El pargo colorado (*Lutjanus colorado*) se distribuye desde el sur de California hasta el norte de Perú (Allen, 1985). Esta especie representa un importante recurso pesquero en la mayoría de las áreas donde se encuentra. Debido a su gran aceptación como excelente alimento y su alto valor en el mercado mexicano, aunado a la disminución de las poblaciones naturales, existe un gran interés, tanto del gobierno como del sector privado y social en México, para desarrollar la biotecnología para su cultivo; sin embargo, hasta la fecha no se cuenta con información disponible para iniciarla.

Una de las principales limitantes en el cultivo de peces marinos es la producción constante y confiable de semilla de calidad. El conocimiento del desarrollo embrionario de peces es muy importante en especies con potencial para su cultivo, ya que permite identificar eventos morfológicos y cronológicos necesarios para establecer prácticas de manejo durante la incubación de los huevos y larvas para la producción de semilla (Celik *et al.*, 2012; Valbuena-Villarreal *et al.*, 2012). El estudio del desarrollo normal del embrión puede ayudar a determinar la calidad de un lote de huevos, ya que ésta puede definirse como la capacidad de los huevos para ser fertilizados y subsecuentemente desarrollarse

en un embrión normal (Bobe & Labbé, 2010); la cual, está estrechamente ligada a la condición de los reproductores, a factores genéticos y a las características intrínsecas del huevo, entre otros (Brooks *et al.*, 1997). El desarrollo embrionario de los peces también es útil para establecer las relaciones evolutivas, para identificar los primeros estadios de vida en su medio natural, en el estudio de la ontogenia y filogenia, en modelos experimentales y estudios toxicológicos (Tucker, 1998). La descripción del desarrollo embrionario además, es importante para la detección de las alteraciones relacionadas con los factores ambientales (i.e. temperatura, oxígeno) en la incubación de los huevos que puedan provocar malformaciones en las larvas y consecuentemente disminuir la producción de semilla de calidad, ya que se considera que los primeros estadios de vida de los peces son indicadores muy sensibles de los disturbios medioambientales (Bromage & Roberts, 1995). Aunque en general, el desarrollo de los embriones de peces marinos presenta un patrón similar, existen diferencias entre las distintas especies relacionadas, entre otros factores, con el tamaño del huevo, composición del vitelo, tiempo de incubación y talla de eclosión (Blaxter, 1988), por lo cual es necesario caracterizar los estadios embrionarios de cada especie.

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán, Mazatlán, Sinaloa, México.

En la actualidad no existen estudios sobre huevos y larvas de pargo colorado bajo condiciones de cultivo; hay algunos trabajos relacionados con su distribución (Allen), hábitos alimenticios (Rojas, 1997; Santamaría-Miranda *et al.*, 2005) y evaluación de dietas artificiales (Sánchez-Gutiérrez, 2013). El presente trabajo describe por primera vez el desarrollo embrionario, desde la fertilización hasta la eclosión de larvas, del pargo colorado bajo condiciones de cultivo y aportará información básica para iniciar el desarrollo biotecnológico para su cultivo.

MATERIAL Y MÉTODO

Reproductores. Se colectaron 50 organismos de pargo colorado en la Bahía de Navachiste, Guasave, Sinaloa, con un peso de 350 a 500 g y se trasladaron a las instalaciones del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Unidad Mazatlán y se colocaron al exterior en tanques circulares de fibra de vidrio de 7 m³, adaptados con sistemas de aireación y flujo de agua continuo, con recambio de 3 a 4 volúmenes por día y manteniendo el oxígeno disuelto en el agua mayor a 5 mg L⁻¹; los peces se alimentaron durante 6 años con un alimento balanceado para reproductores (Fish Breed – M @ INVE Aquaculture Inc.) mezclado con pescado, camarón y calamar; a una ración de 3% de su biomasa. Del lote inicial se seleccionaron 10 hembras y 18 machos con un peso mayor a 5,0 Kg y se colocaron en un tanque de fibra de vidrio de 50 m³ provisto con aireación y flujo de agua continuo; con fotoperiodo natural. El tanque cuenta con un sistema de rebozo para la captura de huevos. Los reproductores seleccionados no fueron inducidos hormonalmente a la reproducción pero en la época reproductiva (junio a octubre) se presentaron desoves espontáneos de estos organismos.

Fertilización e incubación de huevos. La fertilización fue natural y se llevó a cabo en el tanque anteriormente descrito; la colecta de los huevos se realizó por medio del sistema de rebozo a través del cual se desborda el agua y cae a un colector que en este caso fue un recipiente de plástico de 100 L con desagüe a los costados y se le coloca una malla de 500 µm para retener los huevos. Después de que se detecta el desove en los colectores, se toman tres muestras de 0,1 mL de huevos y se cuentan sobre un portaobjetos bajo el microscopio y se determina el porcentaje de fertilización mediante la siguiente fórmula:

Fertilización (%F) = (No. huevos fertilizados/ Total de huevos en la muestra) x 100.

Los huevos se incubaron en los tanques colectores, ya que considerando que los embriones de *L. guttatus* no se

pueden mover hasta que alcancen la etapa de segmentación para no afectar su desarrollo (Alvarez-Lajonchère *et al.*, 2012), suponemos que lo mismo ocurrirá a los huevos del pargo colorado.

Toma de muestras. Para describir el desarrollo embrionario se tomaron muestras de huevos fertilizados desde la hora 0 PF, cada 10 minutos durante las primeras etapas y posteriormente cada media hora hasta que se presentó la eclosión. La muestra (alrededor de 20 huevos, por muestreo) se colocó en cajas Petri con un poco de agua del tanque de incubación y con una pipeta pasteur se colocaron en portaobjetos para su observación bajo un microscopio Olympus CX 31 equipado con una cámara digital Olympus SP 350 para fotografiar cada muestra para su posterior análisis. Los huevos fueron medidos por medio de un micrómetro ocular. La descripción del desarrollo embrionario se realizó tomando como base la descrita para el pargo lunarejo *L. guttatus* (Ibarra-Castro, 2005; Boza-Abarca *et al.*, 2008).

RESULTADOS

Fertilización y descripción de los huevos. La fertilización se llevó a cabo a 28±1,0°C y salinidad de 35 ppm. El porcentaje de fertilización del lote de huevos utilizado para el presente estudio fue de 93,3±1,5%. Los huevos fertilizados viables fueron translúcidos, esféricos y pelágicos, presentaron una sola gota de aceite color amarillo pálido y con espacio perivitelino estrecho. El diámetro varió de 0,75 a 0,79 mm (Fig. 1), la gota de aceite midió alrededor de 0,14±0,01 mm de diámetro. La membrana translúcida permitió observar el desarrollo del embrión y fotografiarlo.

Desarrollo embrionario. En el patrón de desarrollo embrionario del pargo colorado (*L. colorado*) se observa en las fases de Segmentación, Blastulación, Gastrulación, Faringulación, Organogénesis, y Eclosión. La duración de estas fases se encuentra descrita en la Tabla I.

Segmentación. Cigoto; primera etapa (Fig. 1). Periodo de Segmentación o periodo de división celular, este periodo se caracteriza por las divisiones celulares de dos hasta 64 blastómeros, son divisiones mitóticas y no están acompañadas con crecimiento celular, termina en la Mórula, el cual se alcanzó 1,14 HPF. La primera segmentación es de dos células (Fig. 2A), ocurre a las 0:05 HPF, el plano de segmentación pasa por el polo animal y vegetativo y divide al cigoto en dos blastómeros iguales, a 0,25 HPF se observaron cuatro células (Fig. 2B); el plano de segmentación, es meridional y perpendicular al primero, la tercera segmentación es de ocho células y se observó a las 0,37 HPF (Fig. 2C), es

Tabla I. Desarrollo embrionario de *Lutjanus colorado* a 28°C.

Estadio	Figura	Letra	HPF	Características	Proceso
Cigoto	1	A	0:00	---	---
Periodo de división celular	2	A	0:05	Primera división	2 células
	2	B	0:25	Segunda división	4 células
Segmentación	2	C	0:37	Tercera división	8 células
	3	A	0:50	Cuarta división	16 células
	3	B	1:03	Quinta división	32 células
	3	C	1:14	Mórula	64 células
	3	D	1:14	Mórula completa	o más
Periodo de Blástula	4	A	1:15	Inicio formación de blastocele	Anillo germinal
	4	B	1:35		Periodo de cresta
	5	A	4:18		Estadio inicial de Epibolía
	5	B	4:47		Blastocele 30% Epibolía
Periodo de Gástrula	6	A	5:17	Periodo de brote	Epibolía al 50%
	6	B	6:49		Blastodisco
	6	C	7:22		Escudo embrionario
Periodo de Faringulación y Organogénesis	7	A	8:20	Estadio de somitas	Diferenciación cabeza, cola, embrión con 10-12 somitas
	7	B	9:47		20-25 somitas
	8	A	10:21		Notocordio
	8	B	11:18		Separación saco vitelino
	8	C	12:21		Notocordio pigmentado
	9	A	12:49		Aumento espacio vitelo
	9	B	14:49		Melanóforos pigmentados, vesícula Kupffer
	9	C	14:53		Miómeros formados
	10	A	16:20		Embrión con esbozo de cámaras ópticas
	10	B	16:52		Embrión rodeando el saco vitelino
Eclosión larval	11	A	16:53	---	Embrión en todo el espacio
	11	B	16:54		Inicia eclosión
	11	C	17:22		Larva de <i>Lutjanus colorado</i>

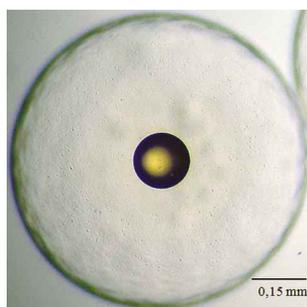


Fig. 1. Cigoto, estadio de una célula, 00:00 hora post fertilización (HPF).

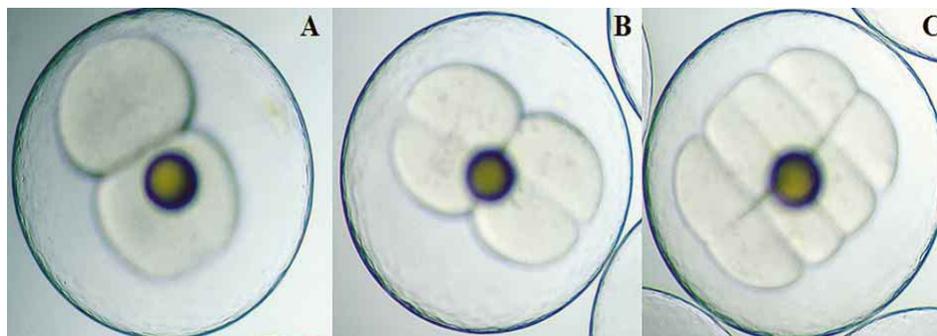


Fig. 2. A. Embrión de dos células, B. embrión de cuatro células, C. embrión de ocho células.

ecuatorial y perpendicular al eje del huevo, dando ocho blastómeros iguales que se distribuyen en dos capas, la mitad superior o polo animal y la mitad inferior o polo vegetativo, cada mitad comprende cuatro células. A los 0,50 minutos se pueden contar 16 blastómeros (Fig. 3A) La quinta segmentación es de 32 células a la 1,03 HPF (Fig. 3B), desde este momento la división adquiere mucha variabilidad, los planos de división son longitudinales para los mesómeros del polo animal y meridianos para los del polo vegetativo, la célula adquiere el aspecto característico de una mora después 1,14 HPF (Fig. 3C).

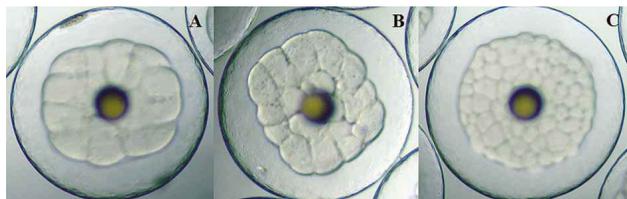


Fig. 3. A. Embrión de 16 células, B. Embrión de 32 células, C. Embrión en Mórula.

Blástula. El periodo de blástula aparece a 1,15 HPF, las células inferiores de la mórula se aplanan y se produce una deslaminización entre los blastómeros inferiores y superiores se aprecian más pequeños (Fig. 4A). Se dispone una capa periférica o anillo germinal (Fig. 4B) a las 2,14 HPF, posterior a esto se forma una cresta y se origina una cavidad denominada blastocele (Fig. 5A), a medida que avanza este periodo el embrión inicia la transcripción de su genoma y se forma la capa vitelina sincitial, en el polo animal se forma

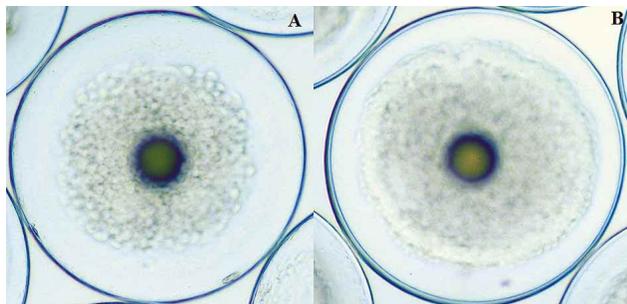


Fig. 4. A. Masa de células más pequeñas, B. Formación del anillo.

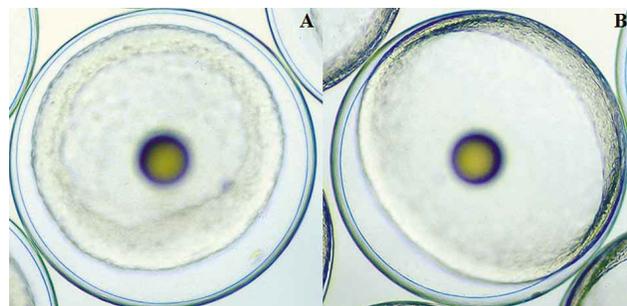


Fig. 5. A. Formación de la cresta embrionaria, B. Epibolia 30%.

un casquete de blastómeros en el vitelo no segmentado y comienzan los movimientos de Epibolia 30% (Fig. 5B), el cual se reconoce por que una fracción del vitelo cubriendo el blastodermo y adquiere la forma de un balón (4,18 HPF).

Gástrula. Al inicio del periodo de gastrulación (4,47 HPF), el blastodermo se expande sobre la superficie del vitelo por epibolia, caracterizada por un crecimiento y multiplicación rápida de las células que formaron el blastodisco sin que exista un aumento apreciable de su masa (Fig. 6A), las células se extienden superficialmente sobre la zona vegetativa del huevo, englobándolo. El blastodisco cubre el vitelo hasta que sus bordes convergen y se cierran formando el tapon vitelino (Fig. 6B), formación del escudo embrionario, inicio de la nerulación a las 7,22 HPF (Fig. 6C).

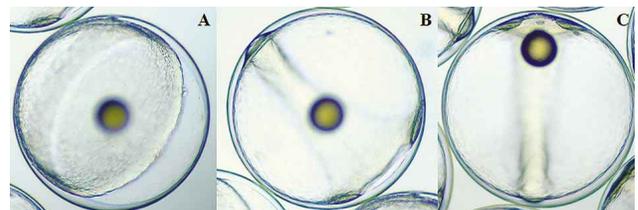


Fig. 6. A. Epibolia al 50%, B. Convergencia de bordes del blastodisco, C. Inicia la formación del escudo embrionario.

Farínula y Organogénesis. El estadio de Farínula es cuando el embrión desarrolla características que lo definen como vertebrado: notocordio, somitas, cola, etc. Se observa el tubo neural con 10 a 12 somitas (Fig. 7A) así como la cola y cabeza. El embrión presenta desarrollo más definido ocupando el 50% del volumen del huevo, a las 8,20 HPF se inicia el despliegue del saco vitelino de la membrana coriónica (Fig. 8A) y se observan cromatóforos en el notocordio (Fig. 8 B, C). En la Fig. 9B se muestra la aparición de la vesícula de Kuppfer, se observó en la posición extrema caudal y es una estructura transitoria que solo aparece en los teleósteos durante este periodo (12,21 HPF) y a las 14,19 HPF muestra la desaparición de la vesícula de Kuppfer y se observan los esbozos de cámaras ópticas (Fig. 10A).

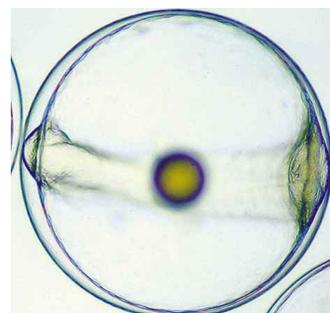


Fig. 7. A. Se observa diferenciada cabeza y cola, presencia de 10 a 12 somitas.

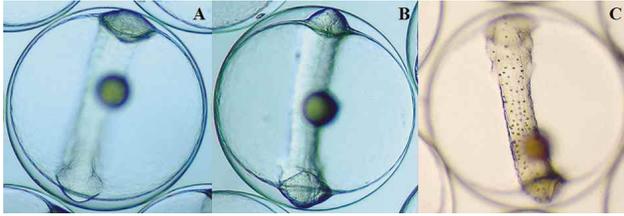


Fig. 8. A. Notocordo bien diferenciado, B. Inicia separación del saco vitelino de la periferia, C. Notocordio pigmentado.

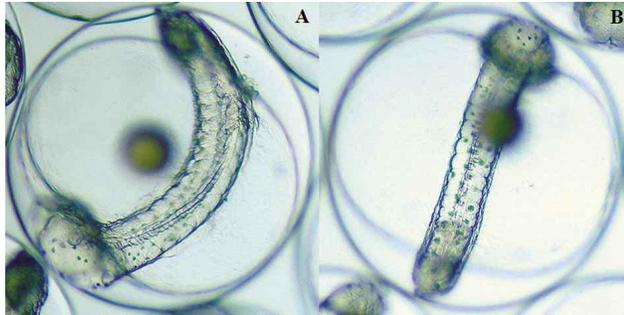


Fig. 9. A. Melanoforos en cabeza pigmentados, vesicula de Kupffer, B. Miomeros formados y cromatoforos distribuidos en la parte dorsal del cuerpo.

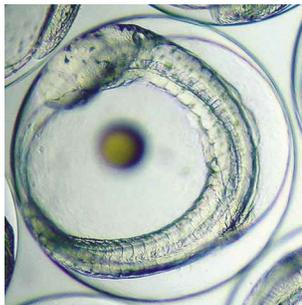


Fig. 10. A. Embrión con esbozo de cámaras ópticas.

Eclosión. En la Fig. 11A se observa el embrión en un estadio de desarrollo más avanzado donde presenta movimientos dentro del corion A las 17,00 HPF se observó el despliegue del notocordio de la parte final de la futura aleta caudal, el embrión comienza a contraerse. En la Fig. 11 B se observa el inicio de la eclosión. Finalmente en la Fig. 12 se muestra el embrión ya eclosionado, donde se destaca la ausencia de pigmentación.

Larvas. Las larvas recién eclosionadas midieron entre 1,8 a 2,0 mm de LT; el saco vitelino abarcó casi la mitad de la longitud del cuerpo y la gota de aceite se ubica en la parte anterior. La boca y el poro anal están cerrados al momento de la eclosión y su apertura se observó un día después de la eclosión (DDE). El tubo digestivo y los ojos se encuentran indiferenciados y no se distinguen (Fig. 12).

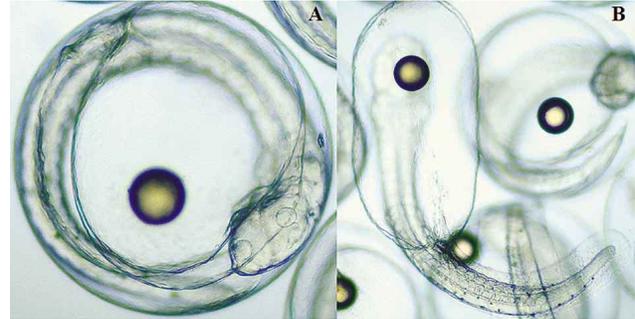


Fig. 11. A. Embrión ocupando todo el espacio, B. Inicio de la eclosión.

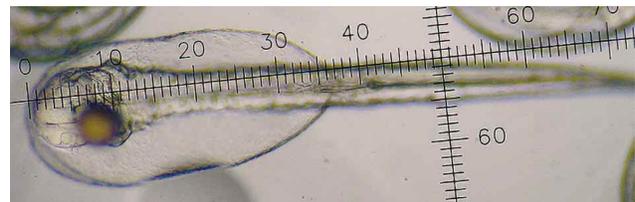


Fig. 12. Larva de *Lutjanus colorado*.

DISCUSIÓN

Por primera vez, en el presente estudio se describe y se ilustra secuencialmente el desarrollo embrionario del Pargo colorado bajo condiciones de cultivo. Estos resultados permitirán comparar el desarrollo del embrión de esta especie con otras especies de la misma familia y con otros teleósteos.

El porcentaje de fertilización obtenido fue alto, lo cual sugiere que el lote de huevos evaluado fue de calidad, ya que el éxito de la fertilización se considera como uno de los primeros estimadores para evaluar con precisión la calidad de los huevos de peces (Bobe & Labbé). En algunas especies de peces es relativamente fácil evaluar el porcentaje de fertilización, especialmente en aquellas cuyos huevos son transparentes como es el caso de los huevos de pargo colorado. Para otras especies de pargo en cautiverio se han reportado porcentajes de fertilización muy variables (Melianawati & Suastika, 2006; Mejía-Narváez *et al.*, 2009; Alvarez-Lajonchère *et al.*), lo cual está muy relacionado con las variables en las que se realizó cada estudio como las condiciones de cultivo (temperatura, fotoperiodo, oxígeno, tamaño de tanques, flujo del agua, entre otros); si los reproductores fueron inducidos hormonalmente o no; estado nutricional de los reproductores, manejo, etc. (Bromage & Roberts; Tucker). Es bien conocido que la mayoría de los peces marinos se desarrollan a través de huevos pequeños y pelágicos (Falk-Petersen, 2005), como es el caso del pargo colorado; el diámetro de los huevos fertilizados en este estu-

dio varió de 0,75 a 0,79 mm y la gota de aceite midió alrededor de 0.14 mm, lo cual es similar a lo reportado para otras especies de la misma familia como el pargo rojo *L. campechanus* cuyos huevos midieron 0.82 mm de diámetro y 0,16 mm la gota de aceite (Rabalais *et al.*, 1980; Papanikos *et al.*, 2003); para el pargo amarillo *L. argentiventris* se reportó un diámetro de 0,75 mm (Muhlia-Melo *et al.*, 2003); para el pargo flamenco *L. guttatus* el diámetro de los huevos varió de 0,76 a 0,94 mm y la gota de aceite alrededor de 0,13 mm (Boza-Abarca *et al.*; Ibarra-Castro *et al.*, 2012); para el pargo rússel *L. russellii* se reportó un diámetro de 0,71 a 0,84 mm (Leu & Liou, 2013). El tamaño del diámetro de los huevos se ha considerado como una de las características que definen la talla de eclosión de las larvas (Bobe & Labbé). Otra característica de los huevos de lutjánidos, además de su talla pequeña, es la cantidad de glóbulos de aceite presentes; la mayoría de las especies estudiadas solo presentan un glóbulo de aceite que será la principal fuente de energía para el desarrollo embrionario y reserva energética para las larvas recién eclosionadas hasta que ocurra la reabsorción del vitelo y la larva pueda alimentarse por sí sola (Bromage & Roberts). Durante el desarrollo embrionario del pargo colorado se observaron las mismas fases descritas para otros pargos como el pargo rojo *L. campechanus* (Rabalais *et al.*); pargo estrellado *L. stellatus* (Hamamoto *et al.*, 1992); pargo rojo de manglar *L. argentimaculatus* (Emata *et al.*, 1994); pargo imperial *L. seabe* (Melianawati & Suastika); pargo flamenco *L. guttatus* (Ibarra-Castro; Boza-Abarca *et al.*; Mejía-Narváez *et al.*), *huachinango L. peru* (Peña *et al.*, 2014). De acuerdo a las observaciones realizadas en el presente estudio, puede considerarse que el desarrollo embrionario del pargo colorado sigue en general, el mismo patrón de desarrollo de los teleósteos como son las fases de segmentación, blastulación, gastrulación, faringulación, organogénesis y eclosión. Los huevos son telolecíticos, con gran cantidad de vitelo y reducido espacio perivitelino (Tucker; Falk-Petersen). La eclosión de las larvas de pargo colorado ocurrió a las 17, 22 HPF a 28°C; se ha documentado por varios autores que la temperatura es uno de los factores ambientales que más influyen en el tiempo y porcentaje de eclosión de los huevos de peces marinos (Bobe & Labbé). En este sentido para el pargo flamenco se reportó la eclosión a 15 HPF a 27°C (Boza-Abarca *et al.*) y a las 21 HPF a 25-26°C (Alvarez-Lajonchère *et al.*); para el huachinango se reportó a las 23, 20 y 18 HPF a 26, 28 y 30°C, respectivamente (Peña *et al.*) para el pargo rojo a las 25 HPF a 23-25°C (Rabalais *et al.*) y para el pargo rojo de manglar a las 16 HPF a 28°C (Emata *et al.*). El tiempo de eclosión también está estrechamente relacionado con el tamaño de los huevos; los embriones de huevos pequeños como en la mayoría de los peces marinos, se desarrollan en pocas horas o pocos días; en cambio el desarrollo de los embriones de huevos grandes, como los salmónidos, se lleva a cabo en varias semanas (Blaxter). Las larvas recién eclosionadas de pargo colorado midieron

alrededor de 1,9 mm de LT, similar a lo reportado para otras especies de pargo mencionadas anteriormente; y al igual que las larvas de otros teleósteos que se desarrollan a partir de huevo pequeños, la mayoría de los sistemas funcionales no están completamente diferenciados al momento de la eclosión; al contrario de las especies que se desarrollan a través de huevos relativamente grandes y demersales cuyas larvas son más avanzadas cuando eclosionan (Blaxter). La información sobre los diferentes estadios del desarrollo embrionario es un prerrequisito para la producción masiva de semilla, dado que el conocimiento sobre las dimensiones del diámetro de los huevos y sus características, los estadios normales del desarrollo embrionario y la secuencia de los mismos, así como el tiempo y rango de eclosión son importantes para conocer la calidad de un lote de huevos (Falk-Petersen).

Los resultados del presente estudio servirán como base para futuras investigaciones; como referencia para evaluar la calidad de los huevos de pargo colorado además el conocer las fases normales del desarrollo embrionario, poder identificar los huevos normales en relación a la forma, talla, color y flotabilidad, del pargo colorado, tendrá grandes implicaciones para poder desarrollar las técnicas más apropiadas para la incubación y coadyuvar a iniciar el desarrollo biotecnológico para la producción masiva de semilla de especie tan demandada en el mercado mexicano.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo técnico del Biol. Armando Ibarra y del Sr. Juan Huerta, así como a la Sra. Valerie Williams por su apoyo en la traducción del resumen al inglés.

ABDO-DE LA PARRA, M. I.; GARCÍA-AGUILAR, N.; RODRÍGUEZ-IBARRA, L. E.; VELASCO-BLANCO, G. & IBARRA-CASTRO, L. Embryonic development of pargo colorado *Lutjanus colorado* (Jordan & Gilbert, 1882). *Int. J. Morphol.*, 32(3):902-908, 2014.

SUMMARY: The Colorado snapper (*Lutjanus colorado*) is one of the most commercially important fish species in México and it is considered a suitable candidate for culture. Until now, no research has been carried out on its reproduction, larviculture and fattening in captivity. This study is the first description of embryonic development of this species under controlled conditions. Fertilized eggs of Colorado snapper are pelagic, spherical and transparent and contain one drop of oil. Eggs measured 0.77 ± 0.09 mm and the drop of oil 0.14 ± 0.01 mm. First cell division occurred at 0.05 h post-fertilization (HPF), hatching at 17.22 HPF under the above described conditions. Larvae total length (LT) was 1.8 ± 0.1 mm. Embryonic development of this species was similar to other lutjanidae species. These results provide basic information for developing the necessary biotechnology for commercial seed production of the Colorado snapper.

KEY WORDS: Blastulation; Gastrulation; Organogenesis; Hatching; *Lutjanus colorado*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, G. R. Snappers of the world an annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. *FAO Fish. Synop.*, 125(6):1-208, 1985.
- Alvarez-Lajonchère, L.; Abdo de la Parra, M. I.; Rodríguez Ibarra, L. E.; Velasco Blanco, G.; Puello-Cruz, A. C.; González Rodríguez, B.; Ibarra Soto, A & Ibarra Castro, L. The Scale-up of Spotted Rose Snapper, *Lutjanus guttatus*, Larval Rearing at Mazatlan, Mexico. *J. World Aquac. Soc.*, 43(3):411-22, 2012.
- Blaxter, J. H. S. *Pattern and variety in development*. En: Hoar, W. S. & Randall, D. J. (Eds.). *Fish Physiology*. San Diego, Academic Press, 1988. pp.1-48.
- Bobé, J. & Labbé, C. Egg and sperm quality in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 165(3):535-48, 2010.
- Boza-Abarca, J.; Calvo-Vargas, E.; Solis-Ortiz, N. & Komen, J. Desove inducido y crecimiento larval del pargo manchado, *Lutjanus guttatus*, en la Estación de Biología Marina de Puntarenas, Costa Rica. *Cienc. Mar.*, 34(2):239-52, 2008.
- Brooks, S.; Tyler, C. R. & Sumpter, J. P. Egg quality in fish: what makes a good egg? *Rev. Fish Biol. Fish.*, 7(4):387-16, 1997.
- Bromage, N. R. & Roberts, D. J. *Broodstock management and egg and larval quality*. Oxford, Blackwell Science, 1995. p.424.
- Celik, I.; Celik, P.; Cirik, S.; Gürkan, M. & Hayretdag, S. Embryonic and larval development of black skirt tetra (*Gymnocorymbus ternetzi*, Boulenger, 1895) under laboratory conditions. *Aquac. Res.*, 43(9):1260-75, 2012.
- Emata, A. C.; Eularan, B. & Bagarinao, T. U. Induced spawning and early life description of the mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*. *Aquac.*, 121(4):381-7, 1994.
- Falk-Petersen, I. B. Comparative organ differentiation during early life stages of marine fish. *Fish Shellfish Immunol.*, 19(5):397-412, 2005.
- Hamamoto, S.; Kumagai, S.; Nosaka, K.; Manabe, S.; Kasuga, A. & Iwatsuki, Y. Reproductive behavior, eggs and larvae of a lutjanid fish, *Lutjanus stellatus*, observed in an aquarium. *Jpn. J. Ichthyol.*, 30(3):39-3, 1992.
- Ibarra-Castro, L. *Desarrollo gonadal e inducción a la maduración final de Lutjanus guttatus (Steidachner, 1869) silvestres y de cautiverio por implante e inyección de la hormona LHRHa*. Tesis de Maestría en Ciencias. Mazatlán, CIAD/Unidad Mazatlán, 2005. p.160.
- Ibarra-Castro, L.; Alvarez-Lajonchère, L.; García-Aguilar, N.; Abdo de la Parra, M. I. & Rodríguez-Ibarra, L. E. Generation cycle closure of the spotted rose snapper, *Lutjanus guttatus*, in captivity. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 47(2):333-7, 2012.
- Leu, M. Y. & Liou C. H. The larval development of the Russell's snapper, *Lutjanus russellii* (Teleostei: Lutjanidae) reared under laboratory conditions. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 93(6):1695-701, 2013.
- Mejía-Narváez, L. M.; Rodríguez-Araujo, C. L. & López-Macías, J. N. Evaluación de la gonadotropina coriónica humana (HCG) a diferentes dosis, en la reproducción inducida de pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*, Stendaichner 1869) en condiciones de cautiverio. *Vet. Zootec.*, 3(2):28-40, 2009.
- Melianawati R. & Suastika, M. Spawning performance and embryonic development of red emperor snapper (*Lutjanus sebae*). *Indones. Aquacult. J.*, 1(1):639-05, 2006.
- Muhlia-Melo, A.; Guerrero-Tortolero, D. A.; Perez-Urbiola, J. C. & Campos-Ramos, R. Results of spontaneous spawning of yellow snapper (*Lutjanus argentiventris* peters, 1869) reared in inland ponds in La Paz, Baja California Sur, México. *Fish Physiol. Biochem.*, 28(1-4):511-2, 2003.
- Papanikos, N.; Phelps, R. P.; Williams, K.; Ferry, A. & Maus, D. Egg and larval quality of natural and induced spawns of red snapper, *Lutjanus campechanus*. *Fish Physiol. Biochem.*, 28(1-4):487-8, 2003.
- Peña, R.; Dumas, S.; Zavala-Leal, I. & Contreras-Olguín, M. Effect of incubation temperature on the embryonic development and yolk-sac larvae of the Pacific red snapper *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922). *Aquac. Res.*, 45(3):519-27, 2014.
- Rabalais, N. N.; Rabalais, S. C. & Arnold, C. R. Description of eggs and larvae of laboratory reared Red Snapper (*Lutjanus campechanus*). *Copeia*, 4:704-8, 1980.
- Rojas, M. J. R. Dieta del "pargo colorado" *Lutjanus colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 45(3):1173-83, 1997.
- Sánchez-Gutiérrez, E. Y. *Evaluación de la suplementación de taurina en dietas a base de soya y su efecto en el metabolismo del pargo colorado Lutjanus colorado (Jordan y Gilbert, 1882)*. Tesis de Maestría en Ciencias. Mazatlán, CIAD/Unidad Mazatlán., 2013. p.82.
- Santamaría-Miranda, A.; Saucedo-Lozano, M.; Herrera-Moreno, M. N. & Apún-Molina, J. P. Hábitos alimenticios del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y del pargo rojo *Lutjanus colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el norte de Sinaloa, México. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 40(1):33-4, 2005.
- Valbuena-Villarreal, R. D.; Zapata-Berruecos, B. E.; David-Ruales, C. & Cruz-Casallas, P. E. Embryonic development of *Capaz pimelodus grosskopfii* (Steindachner, 1879). *Int. J. Morphol.*, 30(1):150-6, 2012.
- Tucker, W. J. *Marine fish culture*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 1998. p.750.

Dirección para Correspondencia:

María Isabel Abdo de la Parra
Laboratorio de Reproducción y
larvicultura de peces marinos
CIAD, Unidad Mazatlán.
Mazatlán, Sin.
MÉXICO

Email: abdo@ciad.mx

Recibido : 18-03-2014

Aceptado: 11-07-2014