



# 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\*

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Luisa Mercedes Mejía-Narváez<sup>1</sup>, Claudia Lorena Rodríguez-Araujo<sup>1</sup>, Jorge Nelson López-Macias<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Programa de Ingeniería en Producción Acuicola, Universidad de Nariño, Nariño, Colombia.

pargomancha@gmail.com

(Recibido: 3 marzo, 2009; aprobado: 7 abril, 2009)

**RESUMEN:** El efecto de la Gonadotropina Coriónica Humana (HCG) sobre la maduración gonadal y la liberación de gametos, fue estudiado en la especie íctica marina pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) en la Estación Acuicola Bahía Málaga. Se evaluaron 160 reproductores con peso promedio para hembras de 0,53 kg y para machos de 0,55 kg; las hembras seleccionadas (ovocitos con diámetro de 353 micras) se repartieron en cuatro tratamientos: tratamiento testigo (sin hormona); tratamiento uno (1.000 UI de HCG/kg de peso vivo); tratamiento dos (1.500 UI de HCG/kg de peso vivo), y tratamiento tres (2.000 UI de HCG/kg de peso vivo). Los machos recibieron una sola dosis de HCG (100 UI de HCG/kg de peso vivo) y presentaron espermiación con una concentración de  $2,6 \times 10^9$  espermatozoides/ml y tiempo de motilidad de 119 s. El tratamiento testigo no presentó respuesta positiva; en contraste, los demás tratamientos fueron efectivos en la inducción reproductiva presentando oocitos después de la inducción de 429,63 micras, tiempo de desove de 12,95 h después de la segunda inyección (huevos hidratados de 794 micras), fecundidad de 146.247 oocitos/kg de peso vivo de la hembra, fertilización de 69,3% y eclosión de 51,77% a las 12 h posfertilización (hpf) con larvas recién eclosionadas de 800 micras de longitud total promedio.

**Palabras clave:** eclosión, espermiación, fertilización, larva, maduración, oocitos.

## Evaluation of human chorionic gonadotropin (HCG) to different dose in the artificial propagation of spotted snapper (*Lutjanus guttatus*, Stendaichner 1869) in captivity

**ABSTRACT:** The effect of human chorionic gonadotropin on gonadal maturation and the release of gametes was studied in the marine species spotted snapper (*Lutjanus guttatus*) in the *Bahia Malaga* Aquaculture Station. One-hundred sixty animals with an average weight for females of 0.53 kg and 0.55 kg for males were evaluated. The selected females (oocytes with a diameter of 353  $\mu$ ) were divided into four treatments: control treatment (without hormone), treatment one (1,000 IU/kg body wt); treatment two (1,500 IU/kg body wt); treatment three (2,000 IU/kg body wt). Males only received one dose of HCG (100 IU/kg body wt); they presented spermiation with a concentration of  $2.6 \times 10^9$  spermatozoa/ml and motility time of 119 seconds. The control treatment did not present a positive response; the other treatments were effective in reproductive induction presenting oocyte diameter after induction of 429.63  $\mu$ , voluntary spawning occurred 12.95 hours after the second injection (hydrated eggs of 794  $\mu$ ), with a total of 146,247/kg female body wt eggs released; the fertilization rate was 69.3%, hatching of 51.77% occurred at 12 hours after fertilization and the average length of the larvae was 800  $\mu$ .

**Key words:** hatching, spermiation, fertilization, larvae, maturation, oocytes.

\* Proyecto financiado por la Asociación Colombiana de Industriales y Armadores Pesqueros (ACODIARPE), Buenaventura, Colombia.

## Introducción

La acuicultura es la industria pecuaria que en términos proporcionales ha presentado el mayor desarrollo en la última década. En Colombia registró crecimientos superiores al 20% anual de tal manera que la producción acuícola durante 2006 fue de 25.672 toneladas según la Corporación Colombiana Internacional (CCI). Esto se explica por la riqueza hídrica, diversidad íctica, variedad de climas, suelos y el hecho de ser Colombia un país tropical con costas sobre dos océanos. No obstante, el desarrollo de la piscicultura marina ha sido muy limitado si se compara con otros organismos hidrobiológicos o con la piscicultura de agua dulce, debido a que el cultivo de estas especies a partir de alevinos capturados del medio natural es incierto y la dificultad de reproducir los peces en condiciones de cautiverio, hacen necesario implementar un sistema artificial de reproducción que garantice a los productores un suministro permanente de larvas. La aplicación de gonadotropinas de mamíferos, especialmente la gonadotropina coriónica humana (HCG), ha sido efectiva en inducir al desove de organismos tropicales. Terán et al. (2004) realizaron la inducción de huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) utilizando dosis de 1.500 UI de HCG/kg de reproductor, con un tiempo de desove de 48 a 56 h después de la inducción a una temperatura de 27°C; Cabrera et al. (1997) ensayaron dosis de 3.400 y 6.300 UI de HCG/kg de hembra en pargo dientón (*Lutjanus griseus*), reportando desoves a las 51 y 36 h, respectivamente, después de la aplicación hormonal a 27°C. Es necesario evaluar la dosis adecuada desde el punto de vista económico y fisiológico de cada especie para evitar la aplicación de dosis muy altas, con márgenes de seguridad estrechos que se reflejan en: hemorragias, desoves parciales, obstrucción del poro genital, mala calidad de los huevos e incluso hasta la mortalidad de los reproductores.

La presente investigación estableció la dosis suficiente de aplicación de HCG en reproductores de pargo lunarejo (*L. guttatus*) asegurando la máxima fertilidad de los oocitos en condiciones de cautiverio; de igual manera, se analizaron

parámetros reproductivos y biométricos como peso, longitud total, características del semen, tamaño del huevo, fecundidad, eclosión, descripción del desarrollo embrionario y larval en las primeras horas de incubación.

## Materiales y Métodos

El trabajo experimental se desarrolló en la Estación Acuícola Bahía Málaga perteneciente al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Se capturaron 160 ejemplares del medio natural con línea de anzuelos # ocho y pescado troceado (*Etrumeus teres*) como carnada; los animales se mantuvieron en jaulas flotantes por cuatro meses y fueron alimentados con sardina troceada (*E. teres*) al 1% de la biomasa. Las hembras (40) con peso corporal de  $0,53 \pm 0,06$  kg se distribuyeron en cuatro tratamientos: tratamiento cero o control (n = 10) sin aplicación hormonal; tratamiento uno (n = 10) sometido a una dosis de 1.000 UI de HCG/kg de peso vivo; tratamiento dos (n = 10) sujeto a una dosis de 1.500 UI de HCG/kg de peso vivo, y el tratamiento tres (n = 10) con una dosis de 2.000 UI de HCG/kg de peso vivo. De forma preliminar el grado de desarrollo gonadal de las hembras se evaluó mediante biopsia ovárica cada ocho días con ayuda de una cánula plástica de 2,0 mm de diámetro exterior que se introdujo en el oviducto situado en la papila genital. Cuando la muestra de oocitos obtenida fue de color anaranjado se procedió a la inducción hormonal previo anestesiado de los reproductores con sulfato de quinaldine disuelto a razón de 10 gotas en 30 L de agua. Los ejemplares fueron medidos en un ictiómetro y pesados en una balanza (NTA, Triunfo, México) con aproximación de 5,0 g con el fin de calcular la cantidad de hormona a utilizar según el tratamiento. La muestra de oocitos obtenida, se colocó en solución Serra, con la finalidad de aclarar el citoplasma, poder observar al microscopio (Alphaphot-2YS2, Nikon, Japón) con objetivo de 40X la posición del núcleo, realizar la medición del diámetro de los oocitos con un micrómetro (escala 1:100) dispuesto en el microscopio y determinar el grado de madurez de la hembra. Posteriormente,

la inducción reproductiva en cautiverio con HCG se suministró con jeringa de embolo plástico y aguja # 22 aplicada en ángulo de 45° vía intraperitoneal. La dosis por ejemplar se fraccionó en dos aplicaciones que representaban el 40 y 60%, respectivamente, con intervalo de 24 h período en el cual se realizó el monitoreo de la maduración gonadal con nuevas muestras de huevos. Se aplicaron 100 UI de HCG/ kg de peso vivo a los machos con la segunda inyección de la hembra y fueron tomadas muestras de semen para analizar sus características macroscópicas y microscópicas. Finalmente, los animales se colocaron en los tanques de desove en una proporción de tres machos por una hembra en completa oscuridad y flujo continuo de agua de mar. La obtención de gametos se efectuó en los mismos tanques mediante desove natural. Al día siguiente en horas de la mañana, se recolectaron los huevos tomando muestras para determinar tiempo de desove, porcentaje de fertilidad, fecundidad, desarrollo ontogénico, porcentaje de eclosión, desarrollo larval. Para controlar el proceso de embrionamiento y eclosión, se verificó el desarrollo del embrión cada 10 min en las primeras etapas y cada hora para el desarrollo larval, midiendo longitud de la larva, ancho del saco vitelino, longitud del saco vitelino y diámetro de la gota de aceite para el cálculo del volumen de la reserva vitelina aplicando las formulas propuestas por Mata et al. (2004) que incluye el volumen del saco vitelino y el volumen de la gota de aceite:

Volumen saco vitelino =  $0,1667\pi LA^2$  donde L: longitud saco vitelino, A: ancho del saco vitelino.  
 Volumen gota de aceite =  $0,1667\pi D^3$  donde D: diámetro de la gota de aceite.

Los huevos fueron incubados en tanques de 4,0 toneladas de capacidad.

Los efectos de los tratamientos se determinaron por el análisis de varianza ANOVA con el 95% de confianza, y cuando existió diferencia

significativa se aplicó la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento. Para el análisis estadístico se utilizó Statgraphics Plus 5.1.

## Resultados y Discusión

El conocimiento previo de los aspectos fundamentales de la biología del género y esencialmente los relacionados con la maduración sexual, fueron fundamentales para implementar la reproducción controlada de la especie. Según el análisis estadístico, las hembras capturadas para el estudio de los diferentes tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) en cuanto a longitud, peso y diámetro de los oocitos antes de la inducción hormonal asegurando uniformidad y eliminando posibles fuentes de variación con relación a estos parámetros en los cuatro tratamientos (Tabla 1), estableciendo un promedio para estas variables de  $30,69 \pm 1,38$  cm,  $0,53 \pm 0,06$  kg y  $353,14 \pm 12,25$  micras, respectivamente, similar a lo reportado por Mojica (2002) quien observó que hembras de pargo lunarejo (*L. guttatus*) de 30,0 cm de longitud total y 0,5 kg de peso vivo y estadio III de madurez gonadal fueron buenas candidatas para la inducción de la reproducción. Los oocitos extraídos por canulación, determinados viables, se encontraban agrupados y presentaron coloración clara. Al determinar un promedio de 65% de núcleos en fase de migración se procedió a la inducción hormonal.

Minton et al. (1983), Emata et al. (1994) y Watanabe et al. (1998) indujeron hembras de pargo rojo (*Lutjanus campechanus*), pargo manglero (*Lutjanus argentimaculatus*), pargo palmero (*Lutjanus analis*) con HCG a partir de estadio III y un diámetro promedio de 370 micras valor cercano al registrado en esta investigación. Por otra parte, Terán et al. (2004) indican que oocitos de 300 a 400 micras de diámetro están en proceso de vitelogénesis final y requieren de gonadotropina exógena para la ovulación en los lutjánidos.

**Tabla 1.** Peso, longitud y diámetro de los oocitos de hembras de *L. guttatus* inducidos con HCG.

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	Promedio	C.V.
<b>Peso (kg)</b>	0,49±0,08	0,52±0,11	0,49±0,14	0,62±0,19	0,53±0,06	11,32
<b>Longitud total (cm)</b>	32,0±1,5	29,6±2,72	29,4±3,24	31,78±2,44	30,69±1,38	4,50
<b>L. estándar</b>	26,9±2,02	24,8±2,10	24,2±2,30	26,5±2,68	25,6±1,30	5,08
<b>Diámetro antes de la inducción (micras)</b>	351,56±18,68	358,11±14,13	365,90±43,99	337,00±31,56	353,14±12,25	3,47
<b>Diámetro después de la inducción (micras)</b>	361,22*±22,75	443,20±106,18	437,80±56,20	407,90±48,64		
<b>Incremento (%)</b>	2,67	16,22	16,42	17,38		

\* indica una diferencia significativa.

### Evaluación comparativa del efecto de la hormona

Los animales no inducidos, pertenecientes al tratamiento testigo no presentaron respuesta de cortejo y desove natural a diferencia de los pertenecientes a los tratamientos 1, 2 y 3 que presentaron un 97% de respuesta a la inducción hormonal; las cantidades de hormona aplicadas fueron suficientes para provocar la maduración final de los oocitos, la ovulación y el desove espontáneo, finalizando la cascada fisiológica. La efectividad de los tratamientos hormonales presentados en este estudio fue superior a la de los ensayos reportados por Terán et al. (2004) y Mojica (2002), en huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) (70%), pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) (0%) y pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) (50%), aspecto que podría ser explicado por las técnicas de desove y fecundación implementadas, que para este estudio fueron naturales, minimizando el estrés que podría causarse si se hubieran manipulado los ejemplares de forma artificial. Igualmente, el fraccionamiento de la hormona en dos dosis estimuló la maduración final y la ovulación de los oocitos asegurando un buen comportamiento de cortejo y desove.

De acuerdo al análisis de varianza, el diámetro de los oocitos después de la inducción presentó

diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) (Tabla 1); al realizar prueba de Tukey se evidenció que los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron un crecimiento homogéneo del 16,7% después de aplicar la dosis hormonal, a diferencia del tratamiento testigo que sólo incrementó en 2,67% (Figura 1), por lo que se establece un promedio de 429,63±19,01 micras para los tratamientos con inducción hormonal y 361,22±22,75 micras para el tratamiento testigo, diámetros verificados mediante cortes histológicos (Figura 2). Los oocitos de las hembras del tratamiento cero continuaron en estadio II y III, debido a que los niveles circulantes de gonadotropina LH, que se encarga de estimular la maduración final de los oocitos no fueron suficientes. En este sentido, Zohar (1989) demostró que la inhibición de este proceso ocurre frecuentemente en desoves de peces en cautiverio por lo que se requiere suplementar esta hormona de forma exógena.

Watanabe et al. (1998) indujeron hembras de pargo palmero (*Lutjanus analis*) con dosis de 1.500 UI de HCG/kg de peso vivo registrando diámetros de oocitos después de la inducción de 450 micras, valor similar al promedio de los tratamientos 1, 2 y 3 del presente estudio ubicándolos en estadio IV, hidratados, próximos a ser ovulados, con aumento y fusión de gránulos de vitelo que desplazan al núcleo a una posición excéntrica.

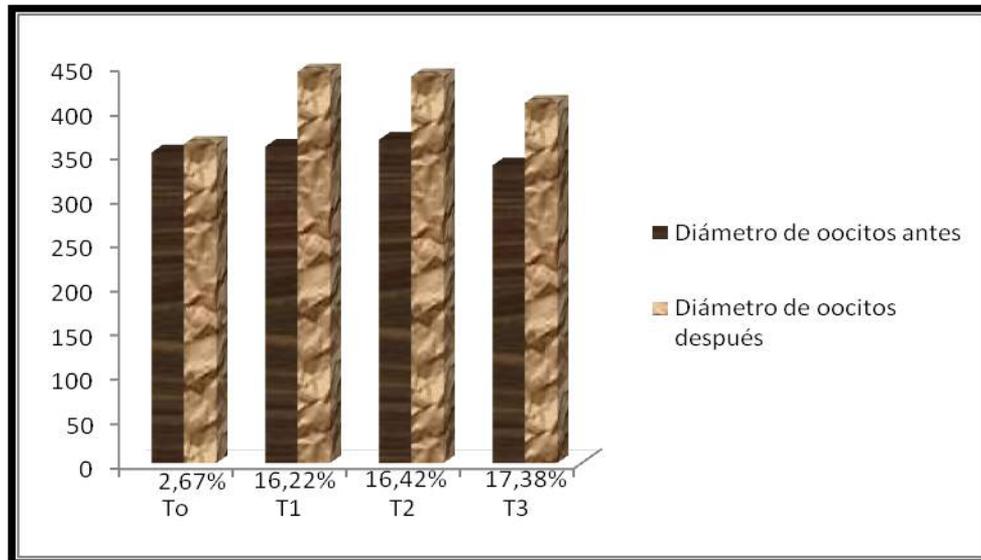


Figura 1. Diámetro promedio por tratamiento de oocitos de *L. guttatus* antes y después de la inducción hormonal con HCG.

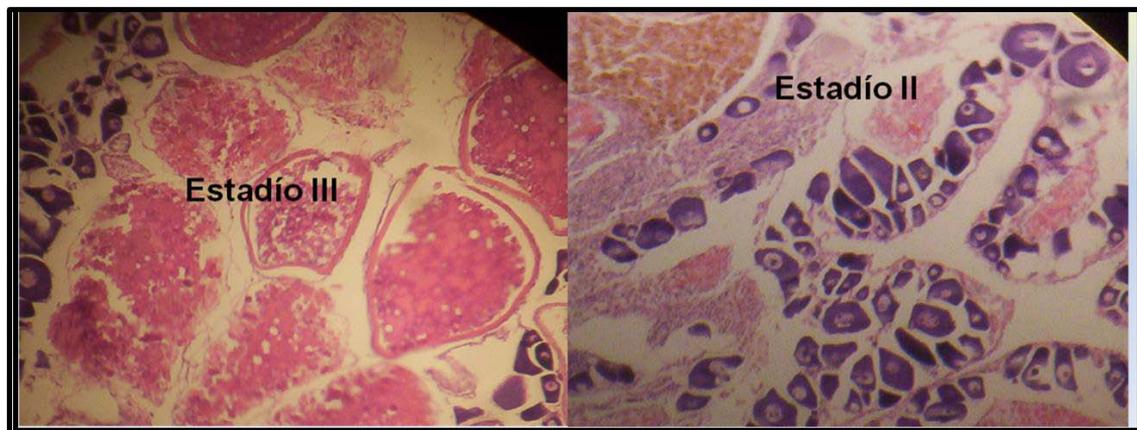


Figura 2. Ovocitos en estadios II y III en el corte histológico de una gónada de *Lutjanus guttatus*.

Según el análisis estadístico, el tiempo de desove, la fecundidad, el porcentaje de fertilización y porcentaje de eclosión no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2 y 3, obteniendo desoves a las  $12,95 \pm 0,42$  h a temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$  (Tabla 2). Lajonchere & Hernández (1994) determinaron que este período es relativamente corto en especies tropicales lo cual se debe a la rápida acción fisiológica de la hormona a altas temperaturas ambientales. Minton et al. (1983) y Terán et al. (2004) registraron un tiempo de 13 y 24 h en pargo rojo (*Lutjanus campechanus*) y huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*), respectivamente, utilizando 1.500 UI de HCG fraccionada en dos dosis a

temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$ . Soletchik et al. (1989) reportaron que al tratar las hembras con una sola inyección, la ovulación se presenta a las 18 h en pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) a la misma temperatura. Carvajal (1997) establece que en la mayoría de los lutjánidos el desove parece estar relacionado con el fotoperiodo y la temperatura del agua, indicando que para una dosis similar utilizada, el tiempo para presentarse el desove, disminuye a medida que aumenta la temperatura, debido a la condición poiquilotérmica de esta especie. El número promedio de oocitos/kg de hembra fue de  $146.247 \pm 14.176$  (Tabla 2). Arnold et al. (1978) analizaron en pargo rojo (*Lutjanus campechanus*), una fecundidad de 100.000

oocitos/kg de hembra y Terán et al. (2004) en huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) 28.629 oocitos/kg de hembra. De acuerdo con Junca et al. (apud Ortega & Rodríguez, 2004), la fecundidad puede alterarse por el tipo de desove, duración de la época reproductiva, reabsorción de los óvulos, agentes ambientales, densidad de poblaciones y estado de nutrición. Lajonchere & Hernández (1994) comprobaron que las especies carnívoras y levantadas con alimentos naturales responden mejor que las alimentadas con alimentos concentrados artificiales.

El porcentaje promedio de huevos fertilizados fue de  $69,3 \pm 7,98\%$ , valor semejante al reportado por Watanabe et al. (1998), Minton et al. (1983) y Wudthisin (1984) en pargo palmero (*L. analis*), pago rojo (*L. campechanus*) y (*L. argentimaculatus*) con 72% de fertilización. Tamaru (1996) determinó que en desoves inducidos con hormona, los rangos de fertilización son amplios y pueden variar entre 32,6 y 99,9%, considerando buena la fertilización de este ensayo para fines productivos.

**Tabla 2.** Indicadores de desempeño reproductivo de *L. guttatus* inducidos con HCG.

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	Promedio	C.V.
<b>Tiempo de desove (horas)</b>	0	12,9±0,74	13,4±1,35	12,56±0,73	12,95±0,42	3,24
<b>Fecundidad</b>	0	160.611±86.946	132.267±70.104	145.862±89.836	146.247±14.176	9,69
<b>Fertilidad (%)</b>	0	63,5±20,66	78,4±16,36	66,0±21,07	69,3±7,98	11,51
<b>Eclosión (%)</b>	0	56,0±33,03	51,2±19,02	48,11±25,17	51,77±3,98	7,69

La investigación registró mayores porcentajes de fertilización a los reportados por Cabrera et al. (1997) en pargo dientón (*L. griseus*) (36%), quienes manejaron relación de un macho por cada hembra en los tanques de desove, a diferencia de la relación empleada en el presente trabajo (una hembra por cada tres machos); Matsuyama et al. (1995) y Cerqueira (1991) comprobaron que este aspecto influye de manera directa sobre la fertilización teniendo en cuenta que al comparar relación hembra-macho de 1:1 y 1:3, registraron fertilización de 34,45 y 70,0%, respectivamente.

A las 12 h posfecundación (hpf) se presentó un promedio de huevos eclosionados de  $51,77 \pm 3,98\%$ , porcentaje superior al reportado por Del Río et al. (2005) para el pez tropical (*Xenomelaniris brasiliensis*) (36%), debido a las técnicas de incubación implementadas como fueron sistemas de recirculación y filtración que disminuyen la turbidez del agua, factor que afecta la etapa de eclosión; asimismo, Lajonchere & Hernández (1994) comprobaron que la

supervivencia de los huevos varía con la especie y edad de los reproductores, y exponen que no son económicamente viables valores menores al 30% de eclosión.

### Evaluación del semen

Todos los ejemplares machos capturados, independientemente de la longitud total y el peso (promedio de  $32,25 \pm 1,84$  cm y  $0,55 \pm 0,15$  kg), presentaron espermiación como respuesta a la estimulación con 100 UI/kg de HCG, lo cual se verificó por la emisión de semen al presionar el abdomen cerca de la papila urogenital.

La inyección de gonadotropina provocó un aumento del tiempo de motilidad en el presente ensayo (de 75 a 119 s), con aumento también en la concentración espermática (de  $2,0 \times 10^9$  espermatozoides/ml a  $2,6 \times 10^9$  espermatozoides/ml) lo cual es importante para regularizar la puesta y mejorar la fertilización (Tabla 3).

**Tabla 3.** Respuesta a la inducción hormonal con HCG de *L. guttatus*.

	Animales sin inducir	Animales inducidos
<b>Color</b>	Blanco	Blanco
<b>Aspecto</b>	Espeso	Espeso
<b>Movilidad (%)</b>	80-100	80-100
<b>Tiempo de motilidad (s)</b>	75	119
<b>Concentración (Número de espermatozoides x 10<sup>9</sup>/ml)</b>	2,0	2,6

Según Luchini & Cruz (1983), los experimentos que se han llevado a cabo para determinar la calidad del semen han mostrado que los machos en cautiverio presentan una motilidad de 80 a 100%, similar al rango que se estableció para pargo lunarejo (*L. guttatus*) en el presente ensayo evidenciando una motilidad de arremolinamiento rápido de los espermatozoides en el momento que fueron activados con agua marina.

Lajonchere & Hernández (1994) manifiestan que la HCG puede actuar sinérgicamente con las gonadotropinas del reproductor, incrementando el efecto de estas últimas. Watanabe et al. (1998) comprobaron que la HCG es efectiva para estimular lutjánidos como pargo palmero (*L. analis*), registrando comportamiento de cortejo vigoroso, importante preludio para sincronizar la expulsión de gametos, desove natural y buena fertilización.

### Desarrollo embrionario y larval del pargo lunarejo (*L. guttatus*)

Los huevos fértiles de esta especie son transparentes, esféricos, pelágicos, adhesivos con diámetro de  $795 \pm 31,7$  micras y espacio perivitelino, similar a lo reportado por Wudthisin (1984), para pargo amarillo (*L. argentiventris*) 758 micras y pargo rojo (*L. campechanus*) 795 micras; concordando con la descripción de huevos de especies marinas realizada por Blaxter (1988).

El patrón de desarrollo embrionario del pargo lunarejo (*L. guttatus*) presenta las fases de clivaje, gastrulación, neurulación y embrión. La ovocélula se observa a los 10 min posfecundación (mpf), ovocito en proceso de hidratación con espacio perivitelino, citoplasma diferenciado y corion. El blastodermo con dos células diferenciadas se presenta a los 20 mpf (Figura 3) observando un diámetro de oocito 830 micras y elevación de la masa vitelina. La célula adquiere el aspecto característico de una mora a la 1:03 h mpf (MÓRULA) (Figura 4). El reordenamiento de la célula se aprecia a la 1:40 h mpf, se dispone una capa, y se origina una cavidad denominada blastocele. A medida que la segmentación progresa la capa epitelial engloba el blastocele, y el embrión se convierte en una esfera hueca formándose la BLÁSTULA (Figura 5).

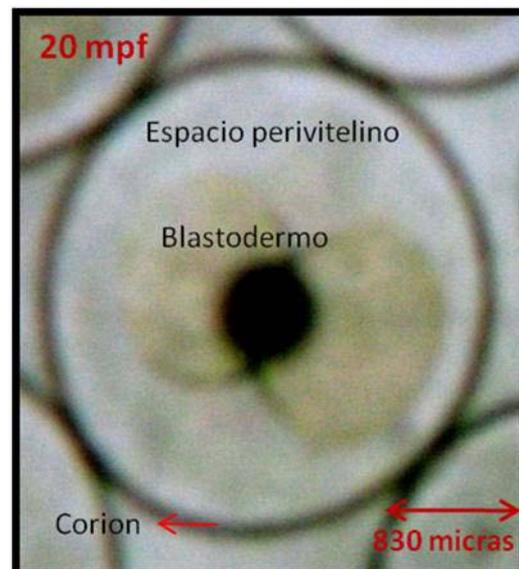
**Figura 3.** Blastodermo con dos células.



Figura 4. Mórula.



Figura 6. Gástrula temprana.



Figura 5. Blástula.

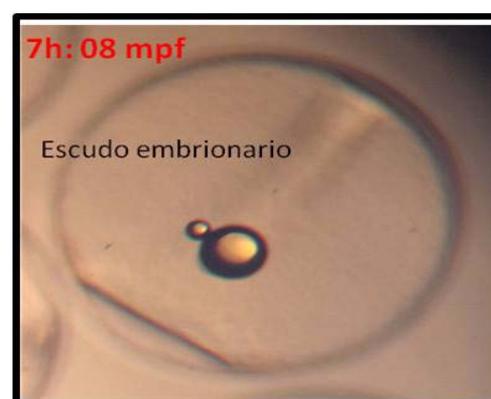
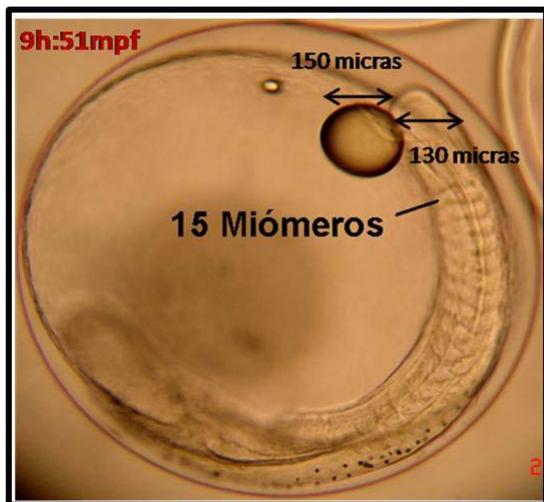


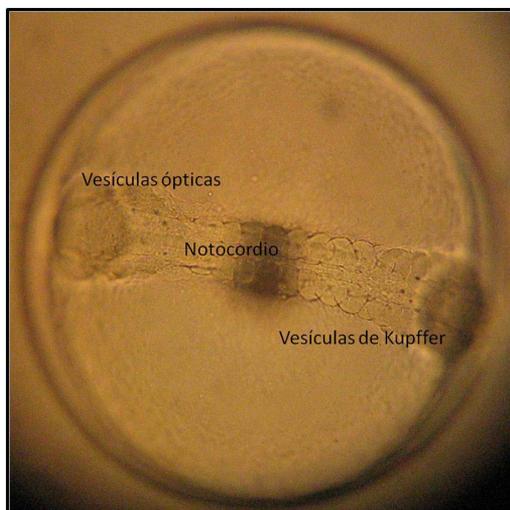
Figura 7. Formación escudo embrionario.

El estadio de gástrula (Figura 6), se caracteriza inicialmente por movimientos celulares de involución, convergencia y extensión del blastodermo, comenzando a migrar hacia el polo vegetal. A las 7:08 h mpf se observa un ordenamiento en la formación de tejidos, órganos y sistemas que demarcan la formación del escudo embrionario (Figura 7), como una delgada línea segmentada en el blastodermo; se reconoce la formación de la cabeza, cuerpo y aparece el esbozo de la vesícula óptica.

A las 9:51 h mpf se distingue el corazón, un glóbulo de aceite de 150 micras, región cefálica de 130 micras y la zona troncal registra 15 tubos miomerales (Figura 8), la zona caudal se envuelve alrededor del vitelo e inicia su desplazamiento, siendo evidente el canal nervioso, vesícula óptica, placa óptica, vesículas de kupffer, notocordio y márgenes del corazón (Figura 9). La activación del corazón se da a las 10:20 h mpf al igual que el movimiento del embrión, fortaleciendo los somitos a nivel caudal y troncal, vesícula óptica visible y desprendimiento total de la zona caudal con el vitelo.

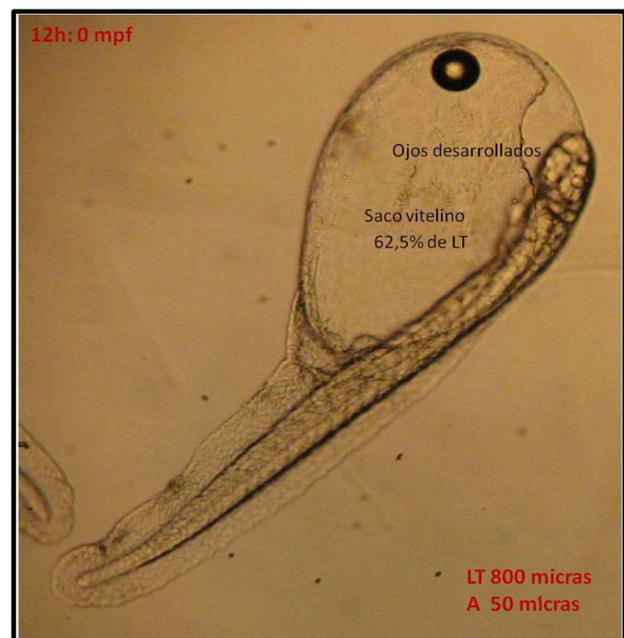


**Figura 8.** Tubos miomerales.



**Figura 9.** Formación de vesículas de Kupffer.

4), melanóforos distribuidos irregularmente a lo largo del cuerpo, formación del intestino anterior conectado a la cavidad bucal, corazón definido, ojos con coloración homogénea iridiscente a la luz, formación de la aleta dorsal, movimientos ondulatorios de la cola, gota de aceite situada por debajo de la cabeza a nivel del corazón. A las 21 hpe (Figura 13) las larvas se agrupan nadando horizontalmente y el saco vitelino equivale al 32,57% de la longitud total de la larva, la gota de aceite se ubica por debajo de la cabeza cerca a la boca.



**Figura 10.** Larva eclosionada.

La eclosión se presenta a las 12:00 h posfecundación (hpf) (Figura 10). Las larvas poseen movimientos rápidos, definidos e intermitentes, un cuerpo moderadamente alargado sin pigmentación, cabeza semiovalada, saco vitelino de forma elíptica (Figura 11 y Tabla 4). Las larvas recién eclosionadas muestran esbozos de la aleta caudal, ojos desarrollados, vesícula ótica, otolitos, placa olfatoria, cavidad pericardiaca, aorta ventral, corazón funcional con ventrículo. A las 15 h pos eclosión (hpe) (Figura 12) el saco vitelino representa el 42,17% de la longitud total de la larva (Tabla

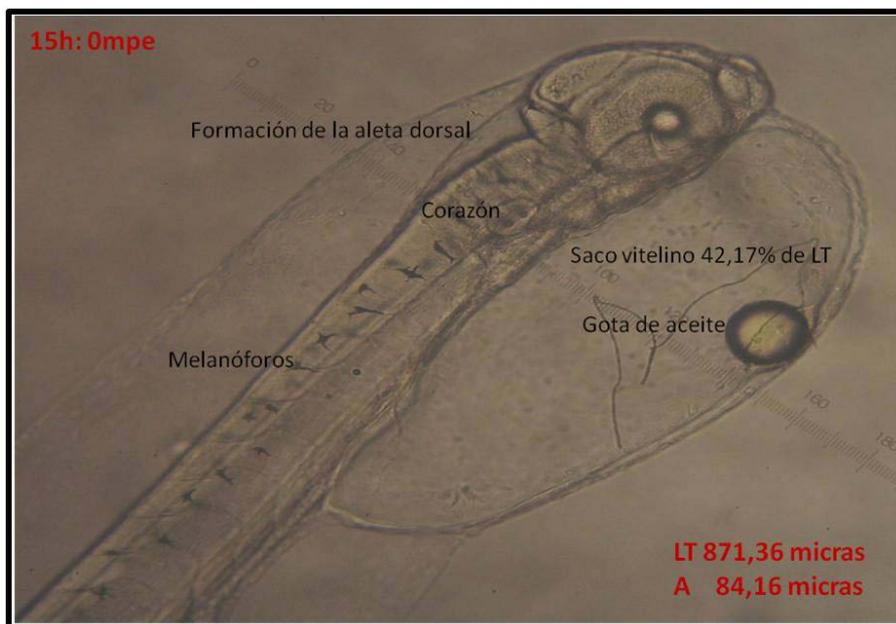


**Figura 11.** Saco vitelino de una larva recién eclosionada.

**Tabla 4.** Características morfométricas de *L. guttatus* después de la eclosión.

Tiempo (horas)	Lt larva (micras)	Vsv (micras cúbicas)	Vga (micras cúbicas)
0	800	$1,6 \times 10^7$	$5,2 \times 10^5$
15	871,36±161,67	$3,2 \times 10^6$	$5,2 \times 10^5$
21	976,14±138,92	$1,5 \times 10^6$	$1,7 \times 10^5$
38	941,09±114,25	$5,4 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
42	1015±74,11	$5,4 \times 10^5$	$8,9 \times 10^3$
60	937,55±57,26		523
63	941,88±42,55		

Lt: longitud total de la larva; Vsv: volumen del saco vitelino; Vga: volumen de la gota de aceite.

**Figura 12.** Larva de 15 horas de eclosión.**Figura 13.** Larva de 21 horas de eclosión.

La formación de la boca y las aletas pectorales se detectó a las 48 hpe (Figura 14). A las 60 hpe (Figura 15) las larvas presentan un decrecimiento en la longitud total (Tabla 4) fenómeno mencionado por Querales (2001), Balza et al. (2001) en *Paralabrax dewegeri*, sardina (*Sardinella aurita*) y el bolo (*Diplectrum radiale*), el cual se

atribuye al proceso de movilización de reservas para la formación de estructuras duras (huesos y cartílagos) que conforman la boca y el aparato oromandibular; se reabsorbe el saco vitelino y las mandíbulas se forman completamente, dándose la apertura bucal (Figura 16) y presentando mayor capacidad de natación.

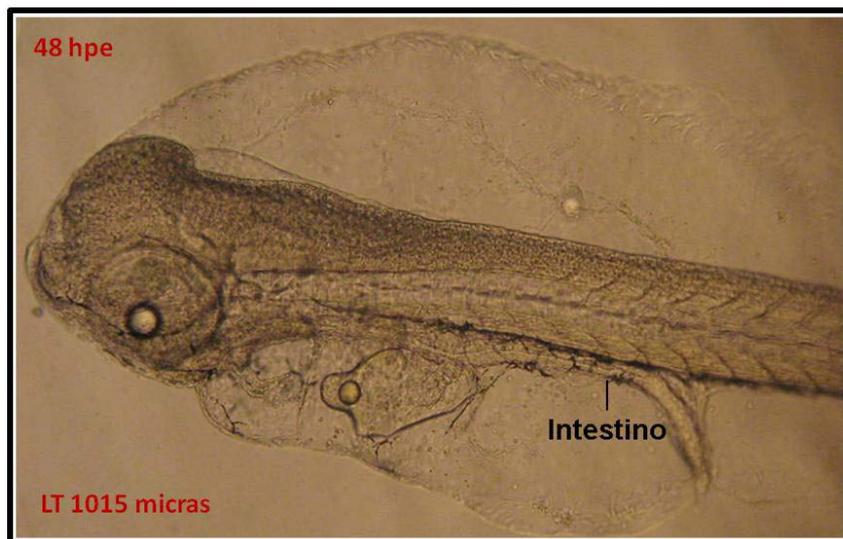


Figura 14. Larva de 48 horas de eclosión.

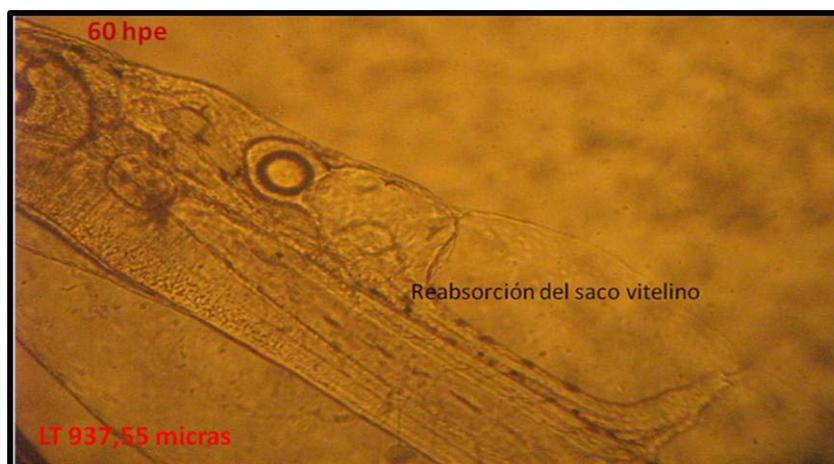


Figura 15. Larva de 60 horas de eclosión.



Figura 16. Apertura bucal.

### Conclusión

La hormona Gonadotropina Coriónica Humana (HCG) puede ser utilizada para la inducción a la madurez en reproductores de pargo lunarejo (*L. guttatus*), estableciendo que 1.000 UI de HCG/kg de peso vivo fueron suficientes para inducir el desove en hembras, y 100 UI de HCG/kg de peso vivo fueron convenientes para estimular aumento en la concentración espermática del semen colectado.

### Referencias Bibliográficas

- Arnold, C.; Wakeman, M.; Williams, D.; et al. Spawning of red snapper (*Lutjanus campechanus*) in captivity. **Journal of the world**, v.10, n.15, p.30-302, 1978.
- Balza, M.; Gutiérrez, M.; Marín, B. Descripción morfológica y crecimiento en los primeros estadios larvarios de la sardina *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) (Pisces: Clupeidae). **Boletín del Instituto Oceanográfico**, v.40, n.2, p.91-101, 2001.
- Blaxter, J. **Pattern and variety in development**. Nueva York, USA: Hoar W & D Randall, 1988. 58p.
- Cabrera, T.; Rosas, J.; Millán, J. Reproducción y desarrollo larvario del pargo dientón (*Lutjanus griseus* L. 1758) (Pisces: Lutjanidae) cultivado en cautiverio. **Caribbean Journal of Science**, v.33, n.3, p.239-245, 1997.
- Carvajal, M. **Inducción a la maduración y desove del róbalo (*Centropomus nigrescens*) en cautiverio mediante la utilización de la hormona HCG (Gonadotropina Coriónica Humana) y LHRHa (Luteinizing Hormone Releasing Hormone Ethylamide)**. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, 1997. 90p. Tesis (Acuicultor).
- Cerqueira, V. **Testes de indução de desova do robalo, *Centropomus parallelus*, do litoral da ilha de Santa Catarina com Gonadotropina Coriónica Humana (HCG)**. Brasil: [s.n.], 1991. 8p.
- Del Río, V.; Rosas, J.; Velásquez, A.; et al. Desarrollo embrionario, larval y tiempo de metamorfosis del pez tropical *Xenomelaniris brasiliensis* (Pisces: Atherinidae). **Núcleo de Nueva Esparta**, v.3, n.5, p.32-72, 2005.

- Emata, A.; Eullaran, B.; Bagarinao, U. Induced spawning and early life description of the mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*. **Journal of the world**, v.8, n.121, p.381-387, 1994.
- Lajonchere, L.; Hernández, O. **Producción de juveniles de peces estuarinos para un centro en América Latina y el Caribe**. México: Universidad Autónoma de Tabasco, 1994. 424p.
- López, P. **Desarrollo embrionario y prelarval del bolo *Diplectrum radiale* (Qouy y Gainnard, 1824) (Pisces: Serranidae) a partir de la inducción a la autofecundación**. Boca del Río, Venezuela: Universidad de Oriente, 2002. 53p. Tesis (Licenciatura en ciencias marinas).
- Luchini, L.; Cruz, C. Uso de gonadotropina coriónica humana en la reproducción artificial de *Rhamdia sapo*. **Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral**, v.4, n.1, p.88-92, 1983.
- Mata, E.; Rosas, J.; Velásquez, A.; Cabrera, T. Inducción hormonal al desove y descripción larval del corocoro *Orthopristis ruber* Cuvier (Pisces: Haemulidae). **Núcleo de Nueva Esparta**, v.39, n.1, p.21-29, 2004.
- Matsuyama, M.; Takeuchi, H.; Kashiwagi, M.; et al. Induced gonadal development and spawning in immature red sea bream *Pagrus major* with LHRH-a administration in different ways during Winter season. **Journal of the world**, v.61, n.3, p.47-58, 1995.
- Minton, V.; Hawke, J.; Tatum, W. Hormone induced spawning of the red snapper, *Lutjanus campechanus*. **Journal of the world**, v.3, n.30, p.350-368, 1983.
- Mojica, H. **Informe de comisión**. Colombia: [s.n.], 2002. 10p.
- Ortega, A.; Rodríguez, C. **Evaluación comparativa del efecto del extracto pituitario de carpa (EPC) y gonadotropina coriónica humana (HCG) en la reproducción inducida del bagre del Patía (*Rhamdia quelen*)**. San Juan de Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2004. 123p. Tesis (Ingeniero en Producción Acuícola).
- Querales, D. **Descripción del desarrollo embrionario y larval de *Paralabrax dewegeri* Metzelaar, 1919 (Pisces: Serranidae)**. Boca de Río, Venezuela: Universidad de Oriente, 2001. 71p. Tesis (Licenciatura en ciencias marinas).
- Soletchnik, P.; Suquet, M.; Thouard, E.; et al. Spawning of yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus* Block 1791) in captivity. **Journal of the world**, v.5, n.77, p.287-289, 1989.
- Tamaru, C. Induced final maturation and spawning of the marbled groupers *Epinephelus microdon* captured from spawning aggregations in the Republic of Palau Micronesia. **Journal of the world**, v.4, n.27, p.363-372, 1996.
- Terán, P.; Rosales, M.; Dumas, S.; et al. Características reproductivas del huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) en cautiverio. **Panorama Acuicola Magazine**, v.3, n.20, p.3-29, 2004.
- Watanabe, W.; Ellis, E.; Ellis, S.; et al. Artificial Propagation of Mutton Snapper *Lutjanus analis*, A New Candidate Marine Fish Species for Aquaculture. **Journal of the world**, v.29, n.2, p.176-187, 1998.
- Wudthisin, P. **Propagation on the red snapper, *Lutjanus argentimaculatus* (Forsskal)**. Thailand: Marine Fisheries Division, 1984. 58p.
- Zohar, Y. **Fish reproduction**. Florida, USA: Shilo, M. & Saring, 1989. 119p.