

Biología reproductiva del pargo de la mancha *Lutjanus guttatus* (Teleostei: Lutjanidae) de la ensenada de Búcaro, borde externo de la ecorregión Panamá

Reproductive biology of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Teleostei: Lutjanidae) from Ensenada Búcaro, external border of Panama ecoregion

Indira L. Durán¹, Valerio A. Gómez² , Italo Goti³ , Juan A. Gómez H⁴ 

¹Universidad de Costa Rica, Programa Maestría en Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales

²Universidad Interamericana de Panamá, Programa de Maestría en Gestión Ambiental

³Universidad de Panamá, Centro Regional de Azuero, Escuela de Biología

⁴Universidad de Panamá, Departamento de Biología Marina y Limnología,

Correspondencia: Juan A. Gómez  E-mail: juanay05@hotmail.com

Artículo original | Original article

Palabras clave

Proporción sexual
Desarrollo gonadal
Índice gonadosomático
Talla de madurez sexual
Pacífico de Panamá

Key words

Sex ratio
Gonadal development
Gonadosomatic index
Size at sexual maturity
Panama Pacific

RESUMEN | Se realizó un muestreo quincenal, por seis meses, de los desembarcos del pargo de la mancha (*Lutjanus guttatus*) en la comunidad de Búcaro, Panamá. Se recolectaron 237 individuos y se determinó sus variables morfométricas. Se seleccionaron 25 ejemplares para el análisis histológico de las gónadas. Se obtuvo un intervalo de talla entre 205 a 605 mm LT, y una proporción sexual que no difirió significativamente de la esperada 1M:1H. Se describen cuatro estadios de desarrollo gonadal en hembras y tres en machos. El índice gonadosomático y el factor de condición máximos en hembras fue de 1,67 en noviembre y de 1,24 en enero respectivamente, la talla de primera madurez sexual se estimó en 396,60 mm LT para hembras y 361,29 mm LT en machos. La información obtenida sugiere que la reproducción ocurre principalmente entre noviembre y enero.

ABSTRACT | A biweekly sampling was carried out, for six months, of the landings of the spotted rose (*Lutjanus guttatus*) in the community of Búcaro, Panama. A total of 237 individuals was collected, and their morphometric variables were determined, 25 specimens were selected for the histological analysis of the gonads. A range of size 205 to 605 mm LT was obtained, the sex ratio was 1M: 1F. Four stages of gonadal development are described in females and three in males. The maximum values for the gonadosomatic index and the maximum condition factor in females were 1.67 in November and 1.24 in January respectively. The length at first sexual maturity was estimated at 396.60 mm LT for females and 361.29 mm LT for males. The information obtained suggests that reproduction occurs mainly between November and December.

Artículo original | Original article

INTRODUCCIÓN

La República de Panamá posee una rica y exuberante fauna marina y se ha caracterizado por la extracción de productos pesqueros dirigidos a la demanda local e internacional (Ministerio de Comercio e Industrias, 2004).

La captura de peces en 2016 correspondió a 144 450 toneladas, de las cuales el 43 % lo conformaron los pequeños pelágicos, donde parte de esta captura la generó la flota artesanal, la cual está constituida por 9 915 embarcaciones de menos de 18 m, que abastecen el mercado local, cuyos habitantes consumen de 10 a 14 kg de peces al año (FAO, 2020). De los 251 sitios de desembarque identificados en Panamá (FAO, 2002), en la comunidad de Búcaro se registran 281 pescadores, con 76 embarcaciones (Pacheco, 2013).

La Familia Lutjanidae en el Pacífico de Centroamérica, la conforman nueve especies (STRI, 2015), de las cuales la más importante desde el punto de vista pesquero en Panamá es *Lutjanus guttatus* (Soto *et al.*, 2018), en especial en la pesca artesanal del Golfo de Montijo (Robles, 2007) donde representa el 25,6 % de la captura total y el 96,36 % del desembarque en Boca Parita y El Agallito, Península de Azuero, por lo que se considera una especie de primera categoría (Vergara, 2017), que representó un aporte económico de US\$ 119 944,00 para el año 2014 (ARAP, 2014).

El estudio de los aspectos relacionados con las pesquerías y la biología reproductiva de las especies son importante para entender el comportamiento y la dinámica poblacional (González, 2001). Experiencias del cultivo de *Lutjanus guttatus* en el Pacífico oriental destacan los estudios de Herrera *et al.*, 2009 quienes informan sobre proyectos piloto en el pacífico costarricense. (Flores, 2013) menciona aspectos de la piscicultura de esta especie en Colombia, mientras que en Panamá los esfuerzos para desarrollar esta actividad iniciaron en 1997 a partir de las experiencias en el Laboratorio de los Achotines (SICA, 2018).

Debido a la importancia que tiene este recurso desde el punto de vista pesquero, puede ser una alternativa para el desarrollo de la acuicultura en la ecorregión marina Panamá (Spalding *et al.*, 2007), a pesar de que existen referencias sobre la pesquería de *L. guttatus* en Panamá, los aspectos biológicos y reproductivos son escasos, por lo que el objetivo del presente estudio es conocer las principales variables con la cual podamos inferir el comportamiento reproductivo, que son relevantes en el desarrollo acuícola de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad de Búcaro, corregimiento de Tonosí, provincia de Los Santos, en Panamá, ubicado a 7° 10' 00" y 7° 25' 00" latitud norte y 80° 15' 00" y 80° 30' 00" de longitud oeste, frente a la Ensenada de Búcaro y próximo a la desembocadura del Río Tonosí y a la Isla de Cañas, en el borde externo de la Zona Especial de Manejo de la Zona Sur de la Península de Azuero (Gaceta Oficial, 2010) (Fig. 1).

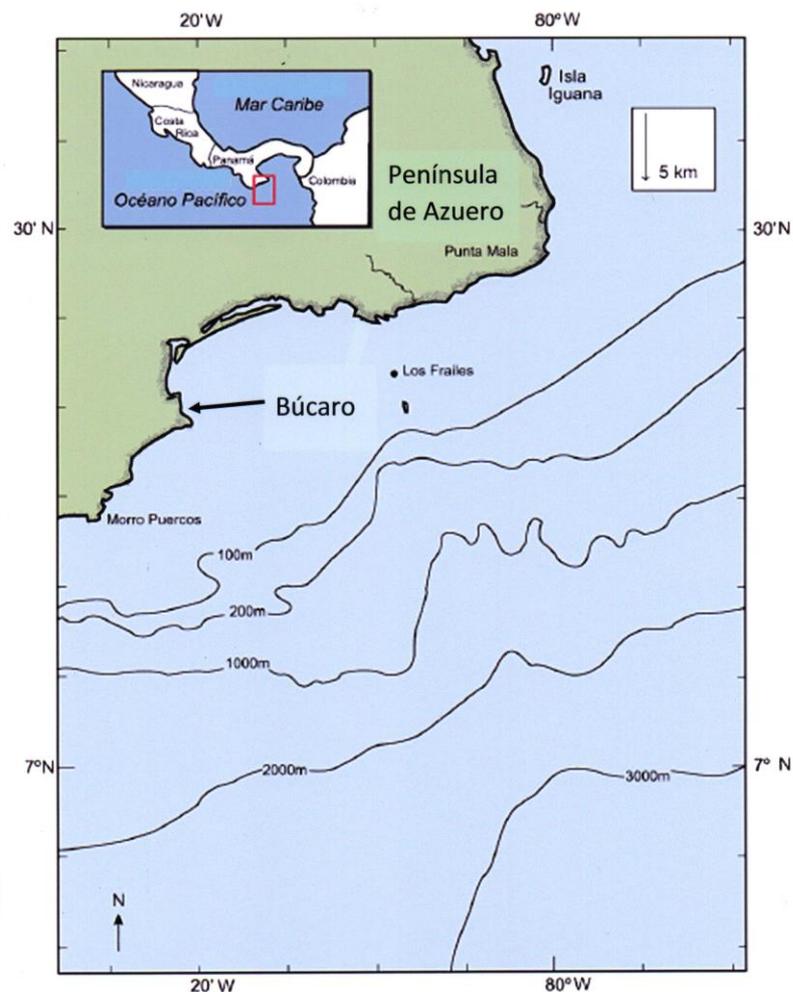


Figura 1. Mapa de la zona de estudio, borde externo de la Península de Azuero.

Fuente: modificado de Margulies *et al.*, (2018)

Muestreo biológico y preparación de las muestras

Se realizó un muestreo aleatorio quincenal, por seis meses, de los desembarcos de *Lutjanus guttatus* en los centros de acopio de la comunidad de Búcaro y se determinaron las variables morfométricas; además, se seleccionaron 25 ejemplares para el estudio de las gónadas. Estas fueron pesadas en una balanza Denver Instrument XP-600 y tratadas en solución Davidson por 48 horas (Shaw y Battle, 1957), para estudiar los cambios de los estadios reproductivos.

Se determinó el sexo de los organismos por evaluación visual de las gónadas y se procedió a realizar cortes transversales de estas en un micrótopo rotatorio Minot, de 5 μm y 8 μm ; se siguió la metodología establecida en el manual de técnicas histológicas de (Howard *et al.*, 2004), teñidas con hematoxilina-eosina, para la identificación de la madurez sexual. Previamente se realizó una prueba para ajustar los tiempos de tinción y obtener mejores contrastes de los ovocitos. La proporción de sexo se evaluó con la prueba de chi cuadrado para determinar la diferencia entre estos.

Condición gonadal

La condición gonadal se determinó mediante los criterios de los estadios establecido por Rojas (1996-1997) González y Lugo (1997) y (Lucano-Ramírez *et al.*, 2001).

En las hembras se consideraron cuatro estadios gonadales:

Estadio I: Gónadas filamentosas o acintadas, de color rosa pálido o crema blancuzco. Los ovocitos en fase de crecimiento o previtelogénesis tienen forma alargada u ovalada al igual que el núcleo y los nucleolos. El interior de la gónada presenta abundante material de reserva. Corresponde al estadio I y II de González y Lugo (1997).

Estadio II: Las células aumentan de tamaño. El núcleo redondeado se agranda y los nucleolos migran hacia la periferia de este; la pared folicular se torna visible. Comparable al estadio III de González y Lugo (1997).

Estadio III: Gónadas gruesas, de apariencia granulosa y de color naranja claro; los ovocitos comienzan a redondearse y aumentan de tamaño, encontrándose en segunda fase de crecimiento o vitelogénesis. El núcleo aumenta de tamaño y se sitúa en el centro del ovocito, con inclusiones lipídicas en la periferia y adquiere un color claro. Se manifiesta la zona radiada. Corresponde al estadio IV y V de González y Lugo (1997).

Estadio IV: Los ovocitos se redondean completamente y sufren un incremento considerable de tamaño. Se tiñen de color rosa fuerte. Las inclusiones lipídicas se agrandan y por lo general se disponen alrededor del núcleo. El grosor de la zona radiada es muy notorio y se separa del resto de la célula formándose un espacio entre ellas. Comparable al estadio VI y VII de González y Lugo (1997).

Reabsorción: El ovario se torna flácido, coloración opaca, oocitos en diferentes estadios poco definidos, pared gonadal poco vascularizada. Tejido translucido en restauración, con coexistencia de células en reabsorción. Corresponde al estadio VI de Rojas (1996-1997).

En los machos se observaron tres estadios:

Estadio I: Testículos filiformes, próximos entre sí, de color crema. Los espermatozoides se encuentran en fase de crecimiento y dispersos. Se comienzan a formar los túbulos seminíferos. Comparable al estadio II de Rojas (1996-1997).

Estadio II: Testículos con forma alargada, aplanada, de color crema y consistencia viscosa. Aumenta la cantidad de espermatozoides en los túbulos seminíferos. Corresponde al estadio III de Rojas (1996-1997).

Estadio III: Los túbulos seminíferos se encuentran totalmente llenos de espermatozoides, teñidos de color violeta. Comparable a los estadios IV y V de Rojas (1996-1997).

El peso de la gónada y el peso total de los peces, durante el período de estudio se relacionaron mediante la correlación de Spearman.

El índice gonadosomático se determinó como la razón entre el peso de la gónada y el peso total del pez multiplicado por 100, según Holden y Raitt (1975).

El factor de condición o índice de Fulton se calculó mediante la ecuación de (Ricker, 1975) que relaciona el peso del individuo con la talla elevada al cubo.

$$k = \frac{P}{L^3} 100$$

Dónde: K = factor de condición, P = peso total del pez (g), L = talla del pez (mm)

La talla de primera madurez, por sexo, se determinó mediante la frecuencia en ocho clases, con intervalo de 40 mm, a partir de lo cual se establecieron las relaciones logísticas, para determinar las variables a y b correspondientes, según King (2007 citado por Rodríguez y Páramo, 2012).

Se determinó la normalidad mediante la prueba de D'Agostino, debido a no cumplirse los supuestos de homocedasticidad y normalidad, se utilizó un análisis no paramétrico, mediante el programa BioEstat 5.3 (Ayes et al., 2007).

RESULTADOS

Se colectaron 228 individuos, cuya talla varió de 205 a 605 mm, el peso corporal de 113,4 a 2 296,31 g, el peso de las gónadas fluctuó de 0,06 a 56,13 g. De los ejemplares colectados, 118 fueron hembras, 100 machos y 10 indeterminados.

La proporción sexual fue de 1:1, no se encontró diferencia significativa de esta ($X^2= 1,4862$). El valor mensual varió entre 0,64:1 favorable a los machos en octubre a 4:1 en marzo, favorable a las hembras.

La variación temporal de hembras y machos de *L. guttatus*, muestra un predominio de las hembras de diciembre a marzo, y de los machos de octubre a noviembre. El número de machos disminuye sistemáticamente desde la temporada lluviosa a la seca (Fig. 2).

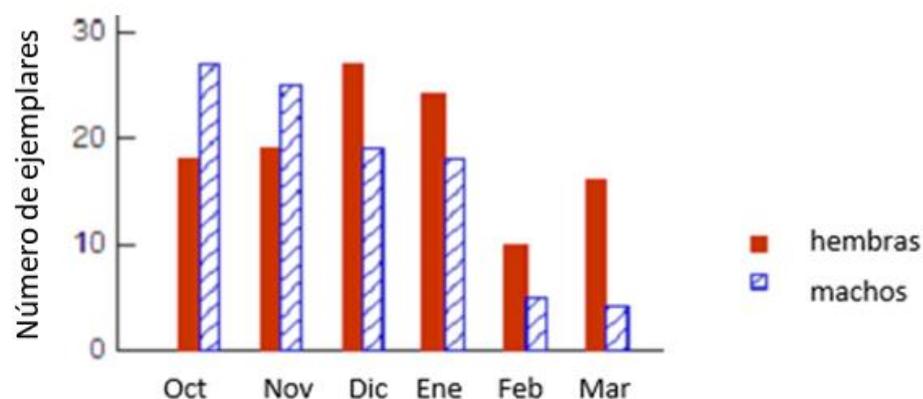


Figura 2. Variación temporal de hembras y machos de *Lutjanus guttatus* durante los meses de estudio, Búcaro, Panamá.

La variación temporal de los estadios reproductivos de las hembras de *L. guttatus*, indican que los estadios I, III y IV predominaron en diciembre y el estadio II en marzo, En los machos, los estadios I y III predominaron en diciembre y el estadio II en octubre (Fig. 3).

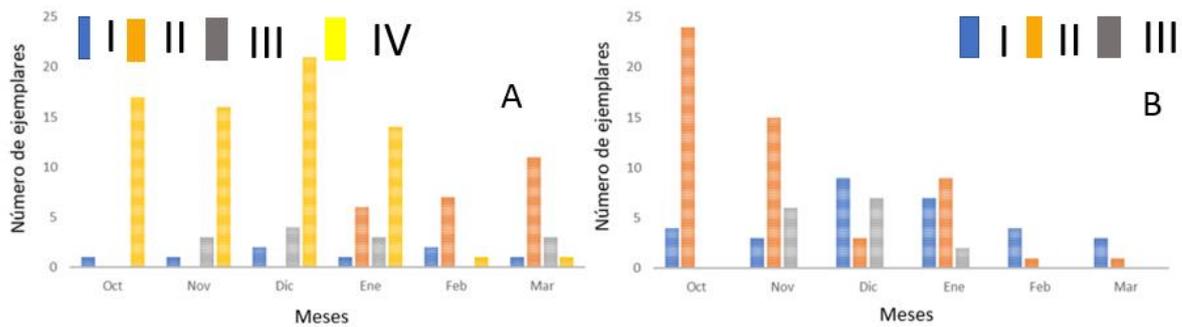


Figura 3. Variación temporal de los estadios reproductivos de *Lutjanus guttatus*, A. hembras, B. machos, durante los meses de estudio, Búcaro, Panamá.

L. guttatus no presentó dimorfismo sexual; sin embargo, cortes histológicos revelaron características que permitieron la diferenciación del sexo, incluso en especímenes inmaduros. La figura 4 muestra los diferentes estadios tanto para hembras y machos de esta especie, sin embargo, no se registró fotográficamente del estadio III de las hembras.

En las hembras el estadio IV mostró ovocitos bien definidos, redondeados y de tamaño considerable, teñidos de color rosado oscuro, con inclusiones lipídicas alrededor del núcleo; algunos cortes de hembras mostraron una condición de reabsorción. Los machos, en estadio III mostraron los túbulos seminíferos con cantidades considerables de espermatozoides teñidos de color violeta (Fig. 4).

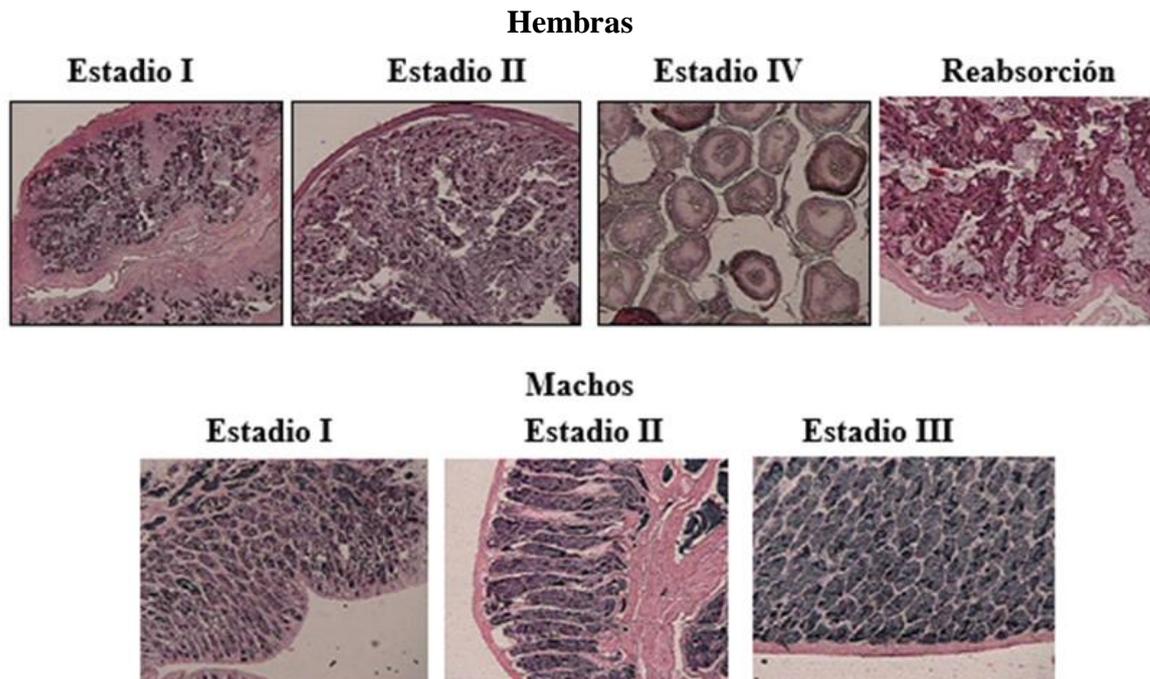


Figura 4. Estadios reproductivos de hembras y machos de *Lutjanus guttatus*, Búcaro, Panamá.

El peso de la gónada mostró relación positiva y ligeramente significativa con el peso total de los individuos, $Y = -2,7521 + 0,0162 X$ ($R^2 = 0,4927$ $p < 0,0001$) (Fig. 5).

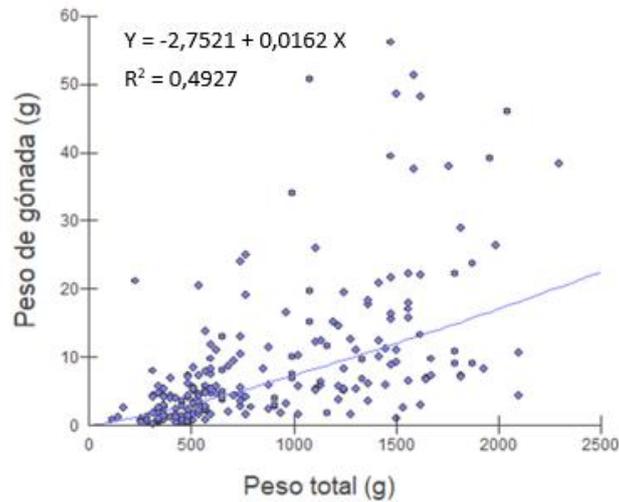


Figura 5. Relación del peso de la gónada (g) y el peso total (g) de *Lutjanus guttatus*, Búcaro, Panamá.

El índice gonadosomático (IGS) promedio varió en las hembras entre 0,3589 en febrero y 1,6774 en noviembre. En los machos esta variación fue de 0,1542 en marzo a 0,7881 a octubre, con una disminución progresiva del índice desde octubre a marzo (Fig. 6).

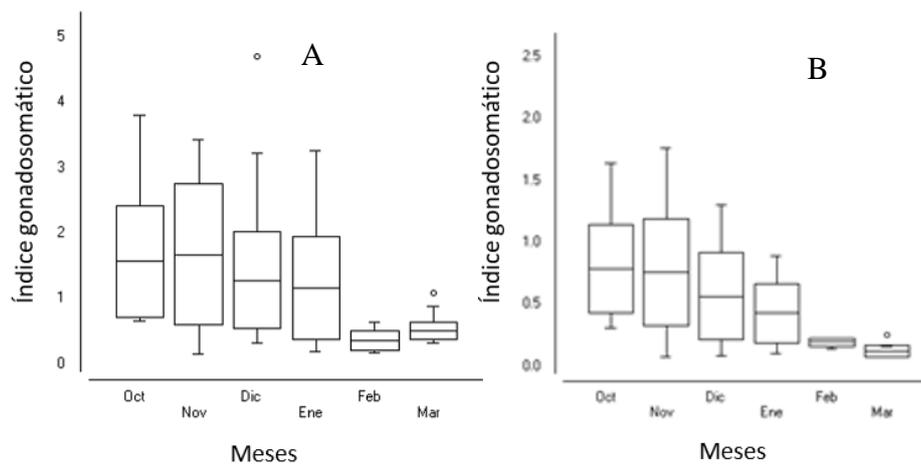


Figura 6. Variación mensual del índice gonadosomático, A. hembras y B. machos, de *Lutjanus guttatus*, Búcaro, Panamá.

La relación de índice gonadosomático con la talla de los individuos resultó ser logística, $IGS = 0,0016 \text{ Talla}^{1,0059}$ ($R^2 = 0,6050$ $p = 0,0002$) (Fig. 7), mientras que con el peso total no fue significativa ($R^2 = 0,0347$).

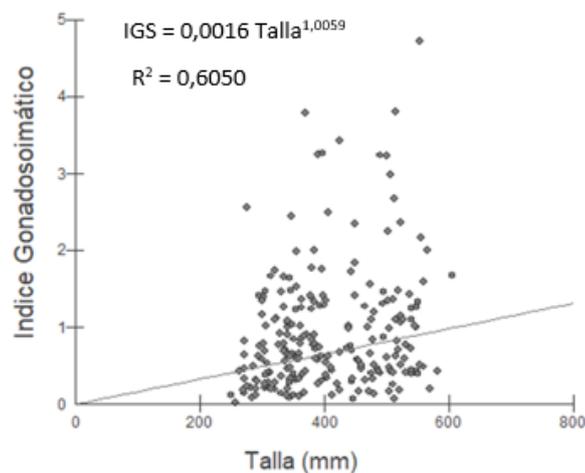


Figura 7. Relación del Índice Gonadosomático y la talla de *Lutjanus guttatus*, Búcaro, Panamá.

Existe relación altamente significativa del índice gonadosomático y el peso de la gónada. $Y = 0,238 X^{0,6467}$ ($R^2 = 0,7477$ p < 0,0001) (Fig. 8).

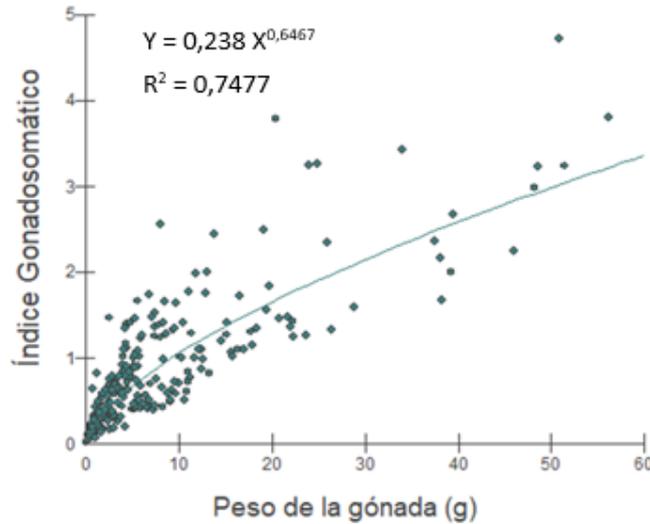


Figura 8. Relación del Índice gonadosomático y el peso de la gónada (g) de *Lutjanus guttatus*, Búcaro, Panamá.

El factor de condición presentó el valor más alto para hembras en enero de 1,24 y en febrero para machos 1,64, sin embargo, se observó una disminución progresiva de octubre a marzo para ambos sexos (Figura 9).

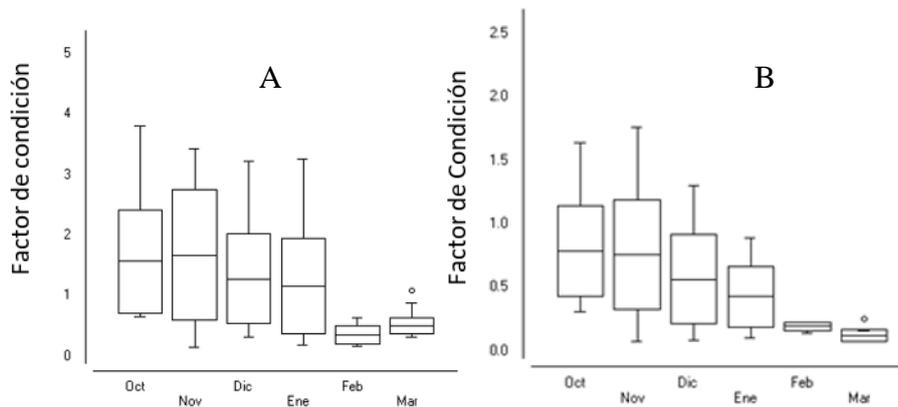


Figura 9. Factor de condición de A. hembras y B. machos de *Lutjanus guttatus*, Búcaro, Panamá.

La talla media de primera madurez (L_{50}) fue de 396,60 mm para las hembras y en los machos de 361,29 mm (Fig. 10). Los individuos que superaron la talla de primera madurez representaron el 53,16 % de la población muestreada. Aquellos con talla menor fueron el 50 % hembras y el 48 % machos.

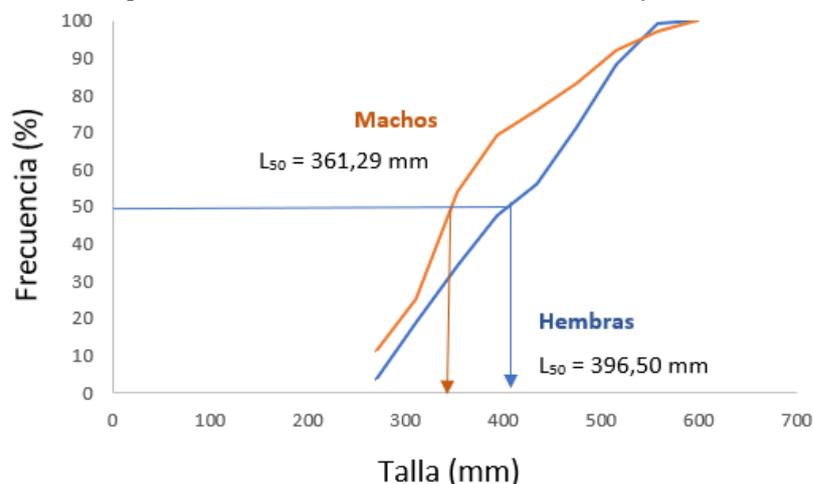


Figura 10. Talla de primera madurez (L_{50}) de *Lutjanus guttatus*, Búcaro, Panamá.

DISCUSIÓN

La relación de sexos promedio obtenida sugiere una población de *L. guttatus* en equilibrio. En otras localidades no se detectó equilibrio de sexos, como en Costa Rica, donde se encontró una proporción 1,30:1 (Rojas, 1996), en El Salvador, 1,39:1 a 1,58:1 (Maravilla, 2001), y en otras localidades en Costa Rica, 1,49:1 Correa y Jiménez (2013), favorable a las hembras en todos los casos.

Los datos de distribución mensual por sexo indican una disminución sistemática de la abundancia de machos a través del período de estudio de la temporada lluviosa a la seca, no así las hembras, las cuales muestran fluctuación en el tiempo, que podría estar asociada a dos picos de reproducción, uno en temporada lluviosa relacionada a la descarga de los ríos y otro en temporada seca debido a los vientos alisios; además de la razón ambiental de este comportamiento, se considera la presencia de dos cohortes distintas durante el período de estudio (Durán *et al.*, en preparación).

El desove a inicios de la temporada seca asegura que las larvas se sustenten con el aumento de la productividad, propia del cambio de época. (D’Croz *et al.*, 2003) señalan que, en la zona de Isla Iguana, cerca del margen inferior de la península, el afloramiento es débil, por lo cual no se espera que este fenómeno costero del Golfo de Panamá incida sobre esta zona, condición que coincide con el período de reproducción de *L. guttatus*.

El encontrar ejemplares de ambos sexos con gónadas en estadios III y IV en los meses de colecta, indica que esta especie tiene un periodo reproductivo prolongado. Las hembras de *L. guttatus* empiezan a madurar sus ovocitos en octubre y desovan entre noviembre y enero, reflejado en el aumento de individuos en los estadios III y IV. Posterior al desove los organismos se preparan para producir nuevas células reproductoras a partir de enero (estadios I y II), lo que coincide con lo que reportan Rojas (1996-1997) para *L. guttatus* y (Lucano-Ramírez *et al.*, 2001) para *L. peru*.

La fecundidad de los peces se relaciona con el proceso de vitelogénesis y con las variables morfométricas (McDermontt *et al.*, 2011; Eraso *et al.*, 2017), esto último se constata en el presente estudio, por la correlación positiva, débilmente significativa, entre el peso de los individuos y el peso de la gónada.

El índice gonadosomático es un indicador indirecto de la madurez de los individuos y refleja el esfuerzo energético en el desarrollo de la gónada (Kjesbu, 2009), el cual puede utilizarse como índice de fecundidad (Murua *et al.*, 2006) o del período reproductivo (De Oliveira *et al.*, 2006). El valor del índice obtenido en este estudio es inferior a los indicado por (Arellano, 2001) de 1,5 a 2, (Maravilla, 2001) en El Salvador de 3,62, (Soto *et al.*, 2009) en Costa Rica de 4,1 a 4,4 y (Sanabria *et al.*, 2010) de 1,2 en México. La relación encontrada entre el índice gonadosomático y el peso de la gónada, aun con valores más bajos que los reportado en la literatura, es relevante para evaluar el estado de reproducción de *L. guttatus* y considerarlo para procesos acuícolas.

El factor de condición es un indicador indirecto de la producción de huevos (Kjesbu, 2009) y el valor encontrado está dentro de los valores de (Arellano, 2001), en México de 0,80 a 1,40; sin embargo, es inferior a los encontrados por Rojas (1996-1997) en Costa Rica de 1,99 a 2,01 y por (Sanabria *et al.*, 2010) en México de 1,70. Si bien es cierto que el índice gonadosomático y el factor de condición reflejan el estado reproductivo de los peces estos no son sincrónicos (Murua *et al.*, 2006).

La talla de primera madurez registrada fue superior a los reportes de Rojas (1996-1997) de 310 a 343 mm y de (Vargas, 1997) en Costa Rica de 330 mm, (Rojo-Vásquez *et al.*, 1999) de 315 mm en México, (Sanabria, 2010) de 306,30 mm y (Correa y Jiménez, 2013) de 235 mm en Colombia. A pesar de que la talla de primera madurez está relacionada con el crecimiento de los peces y con factores ambientales, tales como la temperatura del agua, estos no explican, por sí solo, la variabilidad del desarrollo reproductivo de la especie en estudio (Rochet, 2009).

En especies congéneres, la talla de primera madurez de *L. peru* varía de acuerdo a diferentes autores, (Reyna-Trujillo, 1993) mencionan valores entre 250 a 300 mm. En Panamá, (Pacheco y Rodríguez, 1999) la estimaron en 307 mm, mientras que (Ramos-Cruz, 2001) la determina en 290 mm. Por otro lado, para *L. argentiventris* se reporta en El Salvador, 250 mm ((Funes y Matal, 1989) citado por Rojas, 1996-1997), y (Rojo-Vásquez *et al.*, 1999) la establecen entre 317 y 370 mm, en México. (Guzmán y Gómez, 2000) reporta una L_{50} para *L. vivanus*, en las costas de Venezuela, de 540 mm. La cantidad de individuos por arriba de la talla de primera madurez es un indicador de que estas poblaciones aún no están sobreexplotadas, por otro lado, este valor es importante para ser considerado en piscicultura, para procesos de reproducción artificial.

La evidencia obtenida muestra que esta especie se reproduce entre noviembre y enero, a inicios de la temporada seca, época en la cual aumenta la densidad de holoplancton, en especial de los copépodos de los géneros *Eucalanus*, *Calanus* y *Paracalanus*, fortalecida con el aporte de nutrientes de la zona continental producto de la escorrentía (González, 2009). Este aumento de los grupos planctónicos igualmente está acompañado por la sustitución de agua subsuperficial, debido al efecto de los vientos alisios y la estrechez de la plataforma continental (Castillo *et al.*, 2016), que en esta zona no supera los 16 km (medida en Google Earth ®).

Esta característica oceanográfica descrita arriba y sustentada por (Corredor *et al.*, 2011) muestra que el sistema de corrientes en esta zona, se dirige hacia el borde externo de Azuero, razón que explica el aumento de la productividad en la temporada seca; (D’Croz y O’Dea, 2007) indican que esta península se constituye en una barrera entre el Golfo de Panamá y el Golfo de Chiriquí, por lo cual el aumento de la productividad de la zona no depende, necesariamente, del fenómeno de afloramiento, sino también, de factores como la presencia de corrientes, la calidad del agua, la distribución y ocurrencia de plancton, características importantes para el establecimiento de proyectos de cultivo de pargo en jaula (SICA, 2017).

CONCLUSIONES

Las variables evaluadas para determinar las características reproductivas de *L. guttatus*: proporción de sexos, desarrollo gonadal, índice gonadosomático, índice de Fulton y talla de primera madurez, indican que esta especie se reproduce entre noviembre a enero con un pico en diciembre, al inicio de la temporada seca, con la posibilidad que otra cohorte lo haga durante la temporada lluviosa.

Los individuos alcanzan la talla de primera madurez a tamaños mayores a los descritos en la literatura, por lo que se presume que la población de la Península de Azuero, en Panamá, no está sometida a un proceso de sobrepesca.

Las variables aquí consideradas son un aporte importante como estudio de línea base para el desarrollo de esta especie como alternativa en el campo de la producción acuícolas.

REFERENCIAS

- ARAP, (2014). Boletín estadístico de pesca y acuicultura. Dirección de Planificación. [en línea]. Panamá 11 diciembre 2020. <https://arap.gob.pa/wp-content/uploads/2016/03/BOLETIN-ESTADISTICO-DE-PESCA-Y-ACUICULTURA-2013-2014.pdf>
- Arellano M., Rojas A., García F., Ceballos B.P. Villalejo M. (2001). Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36(1):1-8.
- Ayres M., Ayres Jr, M., Ayres D.L. dos Santos A.A.S. (2007). BioEstat. Aplicações estatísticas nas áreas da Ciências Bio-Médicas. Instituto de Desenvolvimento Mamiraguá, Brasil. 364 p.
- Castillo V., Guerra G., Broce K. (2016). Establecimiento de una línea base de parámetros de calidad de

- agua marina costera para la evaluación de los posibles efectos del cambio climático en Punta Galeta, Playa Teta, Playa Hermosa y Playa La Marinera. *Revista de I+D Tecnológico*, 12(1):22-32.
- Correa T., Jiménez L.F. (2013). Biología reproductiva de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en el Parque Nacional Natural Utría, Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 61(2):829-840.
- Corredor A., Acosta A., Gaspar P., Calmettes B. (2011). Variation in the surface currents in the Panama Bight during El Niño and La Niña events from 1993 to 2007. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 40:33-56.
- D’Croz L., Kwicinski B., Maté J. I., Gómez J. A., Del Rosario J.B. (2003). El afloramiento costero y el fenómeno de El Niño: Implicaciones sobre los recursos biológicos del Pacífico de Panamá. *Tecnociencia*, 5(2):35-49.
- D’Croz L., O’Dea A.O. (2007). Variability in upwelling along the Pacific shelf of Panama and implications for the distribution of nutrients and chlorophyll. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73:325-340.
- De Oliveira J.A.A., Roel B.A., Dickey-Collas M. (2006). Investigating the use of proxies for fecundity to improve management advice for western horse mackerel *Trachurus trachurus*. *Journal of Marine Science*, 63:25-35.
- Durán I.L., Gómez V.A. Goti I., Gómez H., J.A. Relaciones biométricas de *Lutjanus guttatus*, *Lutjanus peru* y *Lutjanus argentiventris*, Búcaro, Panamá. (en preparación).
- Eraso J.F., Bustos D.M., Salas S., Girón A, Rueda M. (2017). Fecundidad de *Scomberomorus sierra* (Perciformes: Scombridae) en el Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 46(1):29-44.
- FAO, (2002). Información sobre la ordenación pesquera de la República de Panamá. [en línea]. Roma. 12 octubre 2020.<http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/PAN/body.htm>
- FAO, (2020). Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países. La República de Panamá. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. División Pesca. [en línea]. Roma. 28 diciembre 2020. <http://www.fao.org/fishery/facp/PAN/es#CountrySector-Overview>
- Flores H., (2013). Cultivo de pargo manchado *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869), una oportunidad para Colombia. *Sabia, revista científica*, 2:26-38
- Gaceta Oficial, (2010). Resolución ADM/ARAP 095. Zona especial de manejo marino costero de la zona sur de la península de Azuero. Gaceta No. 26614-A.
- González L., (2009). Descripción de la distribución de grupos zooplanctónicos en el sur de Azuero, República de Panamá. Tesis de Maestría, Universidad de Panamá, Panamá.
- González M., (2001). ¿Es relevante la ecología del comportamiento para entender y predecir la dinámica de las poblaciones? *Ecosistemas*, 23(3):93-97.
- González L., Lugo T., (1997). Ovogénesis de *Lutjanus purpureus* (Poey, 1867) (Pisces: Lutjanidae) de la región oriental de Venezuela. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 26: 53-60.
- Guzmán R., Gómez G., (2000). Parámetros poblacionales de *Lutjanus vivanus* en Isla La Blanquilla Nororiente de Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 18(3):287-300.

- Herrera-Ulloa A., Chacón-Guzmán J., Zúñiga-Calero J.G., Fajardo, O., Jiménez-Montealegre R. (2009). Acuicultura de pargo la mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en Costa Rica dentro de un enfoque ecosistémico. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 1:197-213.
- Holden M.J., Raitt D.F.S. (1975). Manual de ciencia pesquera Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Téc. FAO, 115: 214 pp. [en línea]. 23 septiembre 2020. <http://www.fao.org/3/f0752s/F0752S00.htm>
- Howard D., Smith C., (1983). Histological Techniques for Marine Bivalve Mollusks. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/NEC-25. 67p.
- Howard D.W., Lewis E.J., Keller J., Smith C.S., (2004). Histological techniques for marine bivalve mollusks and crustaceans. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 5. National Oceanic and Atmospheric Administration, Honolulu, HI, USA, 218 p.
- Kjesbu O., (2009). Applied fish reproductive biology: Contribution of individual reproductive potential to recruitment and fisheries management. In: Jacobson, T., Fogarty, M., Megrey, B.A. y Moksness, E. (eds.). Fish reproductive biology. Implications for assessment and management. Blackwell Publishing Ltd.
- Lucano-Ramírez G., Villagrán-Santa Cruz G.M. Ruiz-Ramírez S., López-Murillo T., (2001). Histología de los ovocitos de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae). *Ciencias Marinas*, 27(3): 335-349.
- Maravilla E.A., (2001). Época reproductiva, hábitos alimentarios, edad y crecimiento del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae), Los Cóbano y Puerto de la Libertad. Tesis de Licenciatura, Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Margulies D., Scholey V.P., Wexler J.B., Mauser E., (2018). Síntesis de las investigaciones en el Laboratorio de Achotines. Novena Reunión. Documento SAC-09-14. Comisión Interamericana del Atún Tropical. 14 a 18 de mayo.
- McDermontt S.F., Cooper D.W., Guthridge J.L., Pies I.B., Canino M.F., Woods P. Hillbruger N., (2011). Effects of maternal growth on fecundity and egg quality of wild and captive Atka mackerel. *Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3:324-335. DOI: <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.608592>.
- Ministerio de Comercio e Industrias, (2004). Estadísticas de Comercio Exterior. [en línea]. Panamá. 21 octubre 2020. <http://www.mici.gob.pa>.
- Murua H., Lucio P., Santuriún M., Motos L., (2006). Seasonal variation in egg production and batch fecundity of european hake *Merluccius merluccius* L. on the Bay of Biscayne. *Journal of Fish Biology*, 69:1304-1316.
- Pacheco L.R., (2013). La pesca con palangre pelágico en el Pacífico panameño. Aspectos operativos de la selectividad de los anzuelos y repercusiones en la captura incidental de tortugas marinas. Tesis de Maestría, Universidad de Alicante, España.
- Pacheco R., Rodríguez C., (1999). Contribución al conocimiento de la biología pesquera del Pargo Rojo (*Lutjanus peru* Nichols y Murphy, 1922) del Golfo de Panamá. *Scientia*, 14(1):17-38.
- Pimentel J., (1980). Informe preliminar del estudio biológico del *Lutjanus jordani* (pargo rojo o pargo de seda). Ministerio de Comercio e Industrias. Dirección de Recursos Marinos. Departamento de pesca artesanal. 36 p.

- Ramos-Cruz S., (2001). Evaluación de la pesquería de huachinango *Lutjanus peru* en la zona costera de Salina Cruz, Oaxaca, México, durante 1995. *Ciencia Pesquera*, 14: 151-157.
- Reyna Trujillo M.M., (1993). Desarrollo gonádico y época de desove del “Huachinango” (*Lutjanus peru*) Nichols y Murphy 1922 (Pisces: Lutjanidae) en la Bahía de la Paz, B.-C.S. México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Ricker W.E., (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191, Ottawa, Canada, 382 p.
- Robles Y.A., (2007). Análisis biológico-pesquero de pargos (Lutjanidae) y corvinas (Sciaenidae) em el Golfo de Montijo, Veraguas, Panamá. Tesis de Maestría, Universidad de Panamá.
- Rochet M.J., (2009). Effects of fishing in populations. In: Jacobson, T., Fogarty, M., Megrey, B.A. y Moksness, E. (eds.). Fish reproductive biology. Implications for assessment and management. Blackwell Publishing Ltd.
- Rodríguez A., Páramo, J., (2012). Distribución espacial del pargo rayado *Lutjanus synagirs* (Pisces: Lutjanidae) y su relación con las variables ambientales en el Caribe colombiano. *Actualidades Biológicas*, 34(96):55-66.
- Rojas J.R., (1996/1997). Fecundidad y épocas de reproducción del “pargo mancha” *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 44(3)/45(1):477-487.
- Rojo-Vásquez J., Arreguín-Sánchez. F., Godínez-Domínguez E., Ramírez-Rodríguez M., (1999). Selectividad de redes de enmalle para el pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) y el pargo alazán (*Lutjanus argentiventris*) en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. *Ciencias Marinas*, 25(1):145-152.
- Sanabria M., Gallardo M., Espino E., Anislado V., (2010). Characteristics of population dynamics of *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) in Bufadero Bay, Michoacán, México. *Hidrobiologica*, 20(2):147-157.
- Shaw, B.L. Battle, H.J., (1957). The gross and microscopic anatomy of the digestive tract of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Canadian Journal of Zoology*, 35:325-346.
- SICA, (2017). Propuesta. Hoja de ruta para el cultivo de especies de pargo, en el marco de las alianzas de los países del SICA. GRUTAC/OSPESCA, 26 pp.
- Soto R., Mejía F., Palacios J.A. y Hiramatsu K., (2009). Reproducción y crecimiento del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2):125-131.
- Soto R.L., Hernández L.A., Vega J.L., (2018). Parámetros poblacionales y hábitos alimenticios del pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) en el área marina de pesca responsable Paquera-Tambor, golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia*, 32(2):96-110.
- Spalding M.D., Fox H.E., Allen G.R., Davidson N., Ferdana Z.A., Finlayson M.A., Halpern B.S., Jorge M.A., Lombana A.L., Lourie S.A., Martin K.D., (2007) Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 57(7):573-583

STRI, (2015). Peces costeros del Pacífico Oriental, Sistema de información en línea. Familia: Lutjanidae, pargos. [en línea]. Panamá. 14 diciembre 2020. <https://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/thefishes/taxon/1304>

Vargas M., (1997). Estimación de parámetros biológico-pequeros para el pargo mancha *Lutjanus guttatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia*, 15-16:79-84.

Vergara Y., (2017). Caracterización de la pesca artesanal en la Bahía de Parita y análisis de desembarque en los puertos de Boca Parita y El Agallito, Provincia de Herrera, Panamá. Tesis Maestría Universidad de Panamá, Panamá.

Recibido: 04-11-2020
Aprobado: 25-11-2020
Versión final: 02-12-2020

