



## The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

### FECUNDITY AND SEXUAL RATIO OF FLYING FISH *CHEILOPOGON HETERURUS* (RAFINESQUE, 1810) (EXOCOTIDAE, BELONIFORME) IN THE SOUTH OF PERU

### FECUNDIDAD Y PROPORCIÓN SEXUAL DE PEZ VOLADOR *CHEILOPOGON HETERURUS* (RAFINESQUE, 1810) (EXOCOTIDAE, BELONIFORME) EN LA ZONA SUR DEL PERÚ

Antonio Cuba<sup>1\*</sup>; Ángel Perea<sup>2</sup> & Javier Sánchez<sup>1</sup><sup>1</sup> Laboratorio de Biología Reproductiva, Sede Central, Instituto del Mar del Perú IMARPE.<sup>2</sup> Laboratorio costero de Chimbote, Instituto del Mar del Perú IMARPE.

\*Corresponding author: acubam@gmail.com

Antonio Cuba: <https://orcid.org/0000-0002-5907-6857>Ángel Perea: <https://orcid.org/0000-0001-6615-8802>Javier Sánchez: <https://orcid.org/0000-0003-3207-9406>

## ABSTRACT

During October and February many species of flying fish arrive to the south coast of Peru, *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810) included, developing a fishery around them. This fishery is focus in the collection of eggs. However, this kind of fishery affects directly the recruitment and sustainability. In this paper, the partial and relative fecundity, the sex ratio per year and length and type of reproduction were calculated with samples from San Juan de Marcona and Ilo, Perú. They were obtained during December 2012, 2013 and 2014. To calculate the fecundity, we used 39 hydrated females. The sex ratio was analyzed for 442 fishes. 30 females were used to analyze the type of reproduction. To estimate the fecundity, we used the oocyte hydrate counting method. Furthermore, the significant difference in sex ratio was calculated by Chi Square. Also, the type of reproduction was verified by the difference of oocyte's length. The partial fecundity was  $13\,767 \pm 4348$  per spawning batch and the relative fecundity was  $46 \pm 12$  per g of fish. On the other hand, the sex ratio per year did not present significant difference. Nevertheless, for the sex ratio per length, it was possible to observe more males of smaller lengths and more females in length over 30 cm. Finally, the type of reproduction of *Ch. heterurus* was of synchronic group.

**Keywords:** Flying fish – partial fecundity – relative fecundity – sex ratio – synchronic-group

## RESUMEN

Entre los meses de octubre a febrero se acercan a la costa sur del Perú diversas especies de peces voladores, entre ellas *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810), desarrollándose una actividad pesquera alrededor de ellos, la cual consiste en extraer los huevos de estas especies para poder comercializarlos. Sin embargo, este tipo de pesquerías impacta directamente al reclutamiento y, por tanto, la sostenibilidad de la especie a lo largo del tiempo. En el presente trabajo, se calcula la fecundidad parcial y relativa, la proporción sexual por año, talla y el tipo de reproducción según desarrollo gonadal de *Ch. heterurus* con muestras procedentes de las zonas de San Juan de Marcona e Ilo, Perú obtenidas durante el mes de diciembre en los años 2012, 2013 y 2014. Para el cálculo de fecundidad se utilizaron un total de 39 hembras hidratadas; mientras que, para el cálculo de proporción sexual se analizaron 442 ejemplares. Para analizar el tipo de reproducción se emplearon 30 ejemplares hembras escogidas al azar. Para la estimación, la fecundidad parcial como relativa, se utilizó el método gravimétrico de conteo de ovocitos hidratados; mientras que para determinar las diferencias significativas en la proporción sexual se utilizó la prueba estadística de Ji cuadrado. Por último, para comprobar el tipo de reproducción se realizó en base a las diferencias entre los grupos de talla de los ovocitos. La fecundidad parcial fue de  $13\,767 \pm 4348$  ovocitos por tanda de desove y la fecundidad relativa fue de  $46 \pm 12$  ovocitos por g de pez. Por otro lado, la proporción sexual por año no presentó diferencias significativas; mientras que, al determinar la proporción sexual por talla, observamos que hay una mayor presencia de machos en las tallas menores a 30 cm LH (Longitud a la horquilla); y mayor cantidad de hembras en las tallas mayores a 30 cm LH. Finalmente, se observó que el tipo de reproducción de *Ch. heterurus* es de grupo sincrónico.

**Palabras clave:** fecundidad parcial – fecundidad relativa – grupo sincrónico –Pez volador – proporción sexual

## INTRODUCCIÓN

Durante los meses de octubre a febrero los peces voladores se acercan a la costa sur del Perú, desde San Juan de Marcona (Ica), hasta Ilo (Moquegua), para reproducirse; desarrollándose una actividad económica importante alrededor de este evento recurrente. Dicha actividad consiste en la recolección de sus huevos, los cuales son tratados de manera artesanal con salmuera y posteriormente comercializados en diferentes mercados (Guardia & Huamaní, 2013).

Los peces voladores, entre ellos *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810), se agregan en búsquedas de sustratos semiduros para desovar, lo que convierte a este recurso en accesible a los pescadores del lugar. Lamentablemente, hasta la fecha los estudios sobre la reproducción de estos peces son escasos impidiendo medidas regulatorias adecuadas (Perea et al., 2019).

Dentro de estos estudios reproductivos, la fecundidad es un parámetro importante en recursos que tienen interés económico o son explotados, debido a que estima el potencial reproductivo a

través del número total de ovocitos que potencialmente pueden ser producidos por una hembra (Fulton, 1981). Mientras que, la proporción sexual permite evaluar la cantidad hembras y machos e interpretar la composición de los stocks por sexo, así como variaciones en su abundancia (Castillo, 2012).

En el presente trabajo se estima la fecundidad parcial y relativa de pez volador *Ch. heterurus*, se presenta la proporción sexual durante la época de reproducción y se analiza el tipo de reproducción que posee durante diciembre del 2012, 2013 y 2014.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se procesaron 442 muestras que provinieron de la pesca artesanal de las zonas de San Juan de Marcona (Ica) e Ilo (Moquegua), Perú, las cuales fueron colectadas en el mes de diciembre de los años 2012, 2013 y 2014, utilizando un muestreo estratificado por tallas. Los peces fueron medidos al centímetro inferior registrando la longitud a la horquilla (LH). La estratificación fue de 10

individuos como mínimo por cada marca de clase.

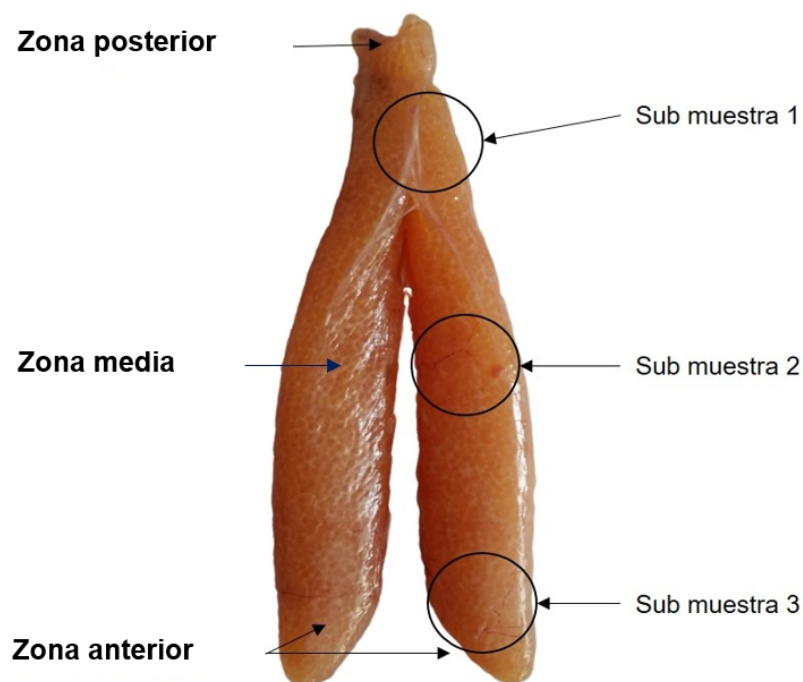
El procesamiento de las muestras y los cálculos, de fecundidad y proporción sexual, se realizaron en el laboratorio de Biología de Reproductiva del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) de la sede central (Callao), Perú. Para el procesamiento histológico de las gónadas se usó la técnica de infiltración con parafina descrita por Humason (1962). Las secciones de tejidos fueron coloreadas con la técnica Hematoxilina-Eosina. Finalmente, la clasificación y caracterización microscópica de los ovocitos se basó en la clasificación propuesta por Hunter & Goldberg (1980).

### Fecundidad

Para estimar la fecundidad se utilizaron 39 ovarios en condición de hidratados cuyas tallas estuvieron comprendidas desde 30,0 hasta 40,0 cm de LH. Antes de calcular la fecundidad parcial y relativa se comprobó si la maduración gonadal en el ovario de

*Ch. heterurus* “pez volador” es homogénea. Para ello, se determinó si existía diferencias significativas entre el número de ovocitos hidratados de cada una de las sub muestras obtenidas de los tres sectores del ovario (Fig. 1).

Para el cálculo de la fecundidad se aplicó el método gravimétrico del conteo de ovocitos hidratados (Hunter & Goldberg, 1980), para lo cual, se utilizó uno de los ovarios por cada ejemplar para realizar el descarte histológico, el cual consistió en determinar la presencia o no de folículos post-ovulatorios (FPO) que son indicadores del desove. De no observarse FPO (en alguna de sus edades), la gónada fue utilizada para el cálculo de la fecundidad. Para el conteo se tomaron tres sub-muestras del segundo ovario (ubicándose en la zona anterior, media y posterior), cuyos pesos estuvieron comprendidos desde 0,09 hasta 0,10 g por cada sub muestra (Fig. 1).



**Figura 1.** Ovario de *Cheilopogon heterurus* “pez volador” donde se indica la posición de las submuestras de ovocitos tomadas para el cálculo de la fecundidad.

Los ovocitos hidratados al ser de un tamaño mayor a 1000  $\mu\text{m}$ , fueron contados a simple vista, identificando, separando y registrando el número de ovocitos por cada submuestra con la ayuda de un contómetro manual. Como la posición de las submuestras y el número de ovocitos no presentaron diferencia significativa, se trabajó con el promedio de las tres submuestras y número de ovocitos por ovario.

Para el cálculo de la fecundidad parcial y relativa se utilizó las siguientes expresiones: (Santader *et al.*, 1984)

$$Fp = \frac{N^{\circ}\text{ovocitos} * W_{\text{gonada}}}{\text{Pesosubmuestra}}$$

Donde:

*Fp*: Fecundidad parcial.

*N°ovocitos*: Promedio de número de ovocitos de la submuestra.

*Wgonada*: Peso de la gónada (g).

*Pesosubmuestra*: Promedio de peso de submuestra.

$$Fr = \frac{Fp}{Wevis}$$

Donde:

*Fr*: Fecundidad relativa.

*Fp*: Fecundidad parcial.

*Wevis*: Peso eviscerado.

Luego, se procedió a hacer una regresión lineal entre la fecundidad y peso total, con el fin de determinar la relación entre las variables. Para evaluar el grado de correlación y significancia se aplicó la prueba de Spearman.

### Proporción sexual

Se calculó la proporción sexual de hembras y machos con respecto al total de individuos. Se determinó si existe diferencias significativas en la proporción sexual con la prueba de Ji-Cuadrado. Así mismo, se relacionó la proporción sexual con la talla de los ejemplares, para determinar si esta variaba significativamente cuando la talla aumentaba.

### Tipo de reproducción según desarrollo gonadal

Para describir el tipo de reproducción, se utilizaron 30 hembras escogidas al azar. A continuación, se procedió a contar el número de cada tipo de ovocito en la sección del corte histológico que presentó menos pérdidas, obteniéndose la frecuencia relativa de cada tipo. Posteriormente, se midió el diámetro de 30 ovocitos por cada clase identificada, utilizando el programa Leica application suite versión 4,5, y se elaboró un diagrama de cajas, el cual sirvió para comprobar el tipo de reproducción de la especie. Para demostrar que hay una diferencia significativa entre los dos grupos se aplicó la prueba de Wilcoxon.

**Aspectos éticos:** El presente trabajo no presenta ningún conflicto ético.

## RESULTADOS

### Fecundidad

#### Maduración gonadal

La prueba estadística ANOVA mostró que no había diferencias significativas entre las medias de los pesos de los tres sectores del ovario (tabla 1), ni entre las medias del número de ovocitos de las submuestras (tabla 2).

**Tabla 1.** Resultados de la prueba de ANOVA entre sector del ovario y peso de las submuestras.

	DF	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	Valor F	P valor
Sector del ovario	2	5e-06	2,504e-06	0,37	0,69
Residuales	114	7,693e-04	6,748e-06		

**Tabla 2.** Resultados de la prueba ANOVA entre el sector del ovario y número de ovocitos.

	DF	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	Valor F	P valor
Sector del ovario	2	31	15,5	0,31	0,73
Residuales	114	5674	49,77		

Los resultados mostraron que, al no existir diferencias significativas, entre el sector del ovario y los pesos y número de ovocitos de las submuestras, la maduración de la gónada es homogénea.

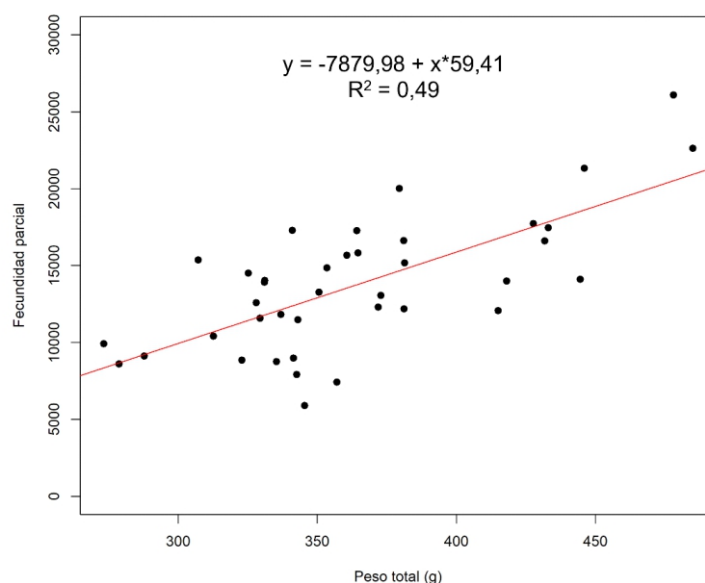
#### Fecundidad parcial

La fecundidad parcial (FP) promedio fue de  $13\,767 \pm 4\,348$  ovocitos. El valor mínimo de fecundidad parcial fue de 7 416 ovocitos, que correspondió a una hembra de 32 cm de LH, 357 g de peso total

(PT) y 42,27 g de peso gonadal (PG). La hembra con mayor fecundidad parcial (22 635 ovocitos), tuvo 33 cm de LH, 485 g de PT y 95,57 g de PG.

La relación de fecundidad parcial (FP) y peso total del pez, muestra que el número de ovocitos aumenta con el peso del individuo (Fig. 2). La ecuación que mejor representó el gráfico corresponde a la forma lineal.

$$FP = 7879,98 + x * 59,41$$

**Figura 2.** Fecundidad parcial vs Peso total de *Cheilopogon heterurus* “pez volador”.

#### Fecundidad relativa

La fecundidad relativa (FR) promedio fue de  $46 \pm 12$  ovocitos por g de pez. El valor más bajo fue de 25 ovocitos, que correspondió a un individuo de 32 cm de LH, 357 g PT y 42,27 g de PG. Mientras que, la mayor FR, fue de 74 ovocitos de una hembra de 34 cm de LH, 478,0 g de PT y 103,7 g de PG.

La relación entre la fecundidad relativa (FR) y el peso total del pez, muestra que la FR aumenta conforme aumenta el peso total (Fig. 3). Al igual, que la fecundidad parcial, el modelo que mejor representa el gráfico es el modelo lineal.

$$FR = 15,29 + x * 0,08$$

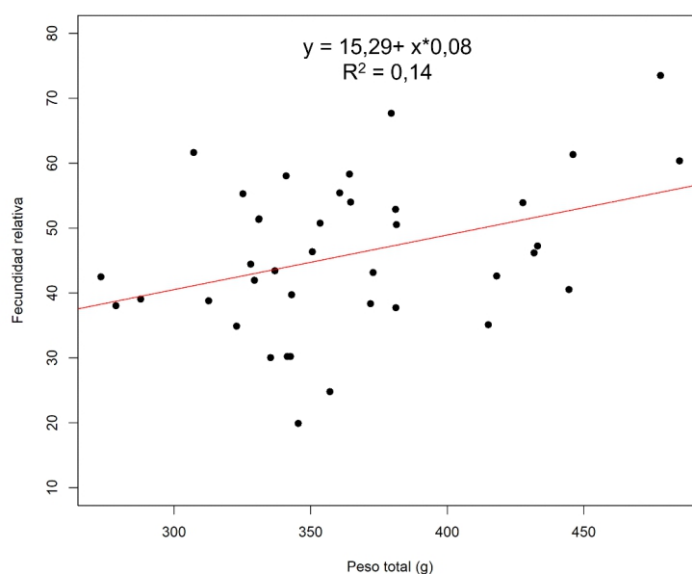


Figura 3. Fecundidad relativa vs Peso total de *Cheilopogon heterurus* “pez volador”.

La veracidad de la correlación entre fecundidad parcial y el peso total y la fecundidad relativa y el peso total fue comprobada mediante la prueba estadística Spearman. En ambos casos la correlaciones fueron positivas y con p-valores < 0,05, lo que significa que existe correlación entre ambas variables.

### Proporción Sexual

#### Proporción sexual por año

Las proporciones sexuales del pez volador *Ch. heterurus* por año para los muestreos realizados, tuvieron diferencias estadísticamente no significativas. Sin embargo, fueron ligeramente mayores a favor de las hembras, a excepción del año 2013 en el cual fue igual para ambos sexos (Tabla 3).

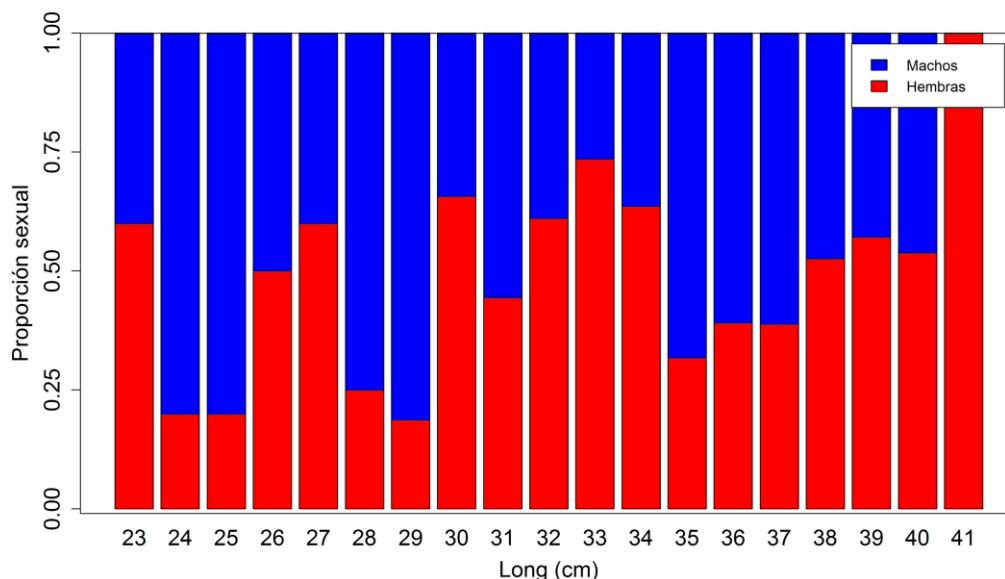
Tabla 3. Proporción sexual de *Cheilopogon heterurus* “pez volador” por año durante los años 2012, 2013 y 2014. (N=número de individuos;  $X^2$ =Ji-Cuadrado).

Año	Hembra	Macho	N	$X^2$	pval
2012	0,53	0,47	72	0,22	0,63
2013	0,50	0,50	115	0,009	0,92
2014	0,51	0,49	160	0,10	0,75

#### Proporción sexual con respecto a la talla

Al calcular la proporción sexual por tallas, observamos en general que, en las tallas menores a 30 cm LH predominaron los machos; mientras

que, en tallas mayores a 30 cm LH fueron las hembras las que predominaron. Sin embargo, solamente las tallas 29, 33 y 41 cm LH obtuvieron diferencia significativa (Fig. 4).

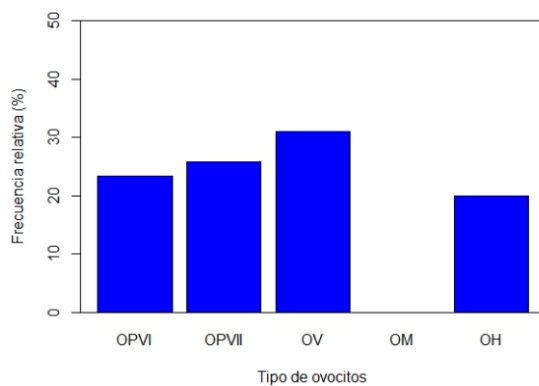


**Figura 4.** Proporción sexual de hembras y machos de *Cheilopogon heterurus* “pez volador” en relación a la talla, obtenida en los años 2012, 2013 y 2014.

**Tipo de reproducción según desarrollo gonadal**

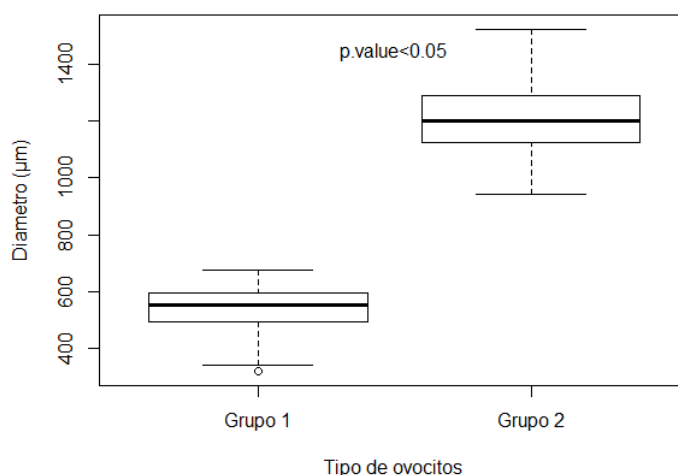
El análisis microscópico de los ovarios de *Ch. heterurus* muestra una reproducción de tipo grupo-sincrónico, ya que existen dos cohortes de madurez distinta de ovocitos. La primera compuesta por una cohorte de ovocitos con un grado de madurez inicial (ovocitos pre-vitelogenados I y II y vitelogenado) (Fig. 5), con diámetros menores a

600  $\mu\text{m}$  (Fig. 6) y la segunda por ovocitos hidratados con medidas superiores a las 1000  $\mu\text{m}$  (Fig. 5 y 6). La prueba estadística de Wilcoxon mostró un  $p < 0,05$ , lo que evidenció que existió suficiente evidencia estadística para concluir que hay diferencias significativas entre ambos grupos.



**Figura 5.** Frecuencia relativa de tipos de ovocitos de *Cheilopogon heterurus* “pez volador”. OPVI: ovocito pre-vitelogenado I, OPVII: ovocito pre-vitelogenado II, OV: ovocito vitelogenado, OM: ovocito maduro, OH: ovocito hidratado.





**Figura 6.** Medida del tamaño de cada tipo de ovocito de *Cheilopogon heterurus* “pez volador”. Grupo 1: Ovocitos pre-vitelogenados I y II y vitelogenados. Grupo 2: Ovocitos hidratados.

## DISCUSIÓN

### Fecundidad

El pez volador *Ch. heterurus* tiene una fecundidad parcial de  $13\,767 \pm 4348$  ovocitos por individuo, valor superior a lo registrado para *Cheilopogon abei* (Parin, 1996), el cual oscila desde 2 321 hasta 9 438 (Tuapetel, 2021). Así mismo, la especie *Hirundichthys affinis* (Gunther, 1866) (Exocoetidae) posee un valor estimado de 9 092 (Oliveira *et al.*, 2015). Valores muchos más bajos posee *Hirundichthys rondeletii* (Valenciennes, 1846), con 4319,91 ovocitos por tanda de desove (Uygun & Hossucu, 2018), y *Hemiramphus balao* (Lesueur, 1821), 3700 ovocitos por tanda de desove (Collette, 2016).

Por otro lado, la fecundidad relativa estimada para *Ch. heterurus* es de 46 ovocitos por gramo de pez; siendo esta fecundidad mucho menor al encontrado en dos especies de *Hemiramphus*. *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758) tiene una fecundidad relativa de 116 ovocitos y *H. balao* de 374 ovocitos (McBride & Thurman, 2003). Cabe mencionar que Berkeley & Hounde (1978) dicen que es típico en el orden Beloniforme (al cual pertenece el pez volador) poseer una fecundidad baja.

Los  $R^2$  calculados en las ecuaciones de fecundidad parcial y relativa son bajos, pero siendo la

fecundidad un aspecto reproductivo que depende directamente de la talla, peso del pez y del tipo de reproducción (Hunter *et al.*, 1985), es posible encontrar valores tan distintos en individuos de la misma especie como los observados en el presente estudio.

### Proporción sexual

En el caso del análisis interanual de la proporción sexual, ningún año mostró diferencias significativas entre machos y hembras. Sin embargo, la proporción sexual calculada por talla mostró diferencias significativas en 29, 33 y 35 cm LH. Ambos resultados podrían esperarse debido a que en muchas especies la proporción sexual es de 1:1, pudiendo variar debido a factores como los grupos de tallas y la edad de los reproductores (Nikolsky, 1963), como es el caso en el presente trabajo.

Otras especies de peces voladores, como *H. affinis* se ha descrito que existe un favorecimiento de las hembras sobre los machos (1:1,6) (Oliveira *et al.*, 2015). No obstante, los autores Araújo & Chellappa (2002) mencionan haber encontrado una proporción de 1:1. Por otro lado, Tuapetel (2021) indican que la especie *Ch. abei* presenta una proporción que favorece a las hembras. Mientras que, la especie *Cypselurus heterurus* (Rafinesque, 1810) presenta una proporción sexual que favorece a los machos, 2:1 y 8:1 (Elliott & Paredes, 1996), quienes indican que esto se debe a que los machos



de esta especie mueren en las trampas de sargazo, mientras que las hembras, en su mayoría, logran escapar. Otras especies del orden de Beloniformes como *H. brasiliensis* muestra predominancia por las hembras (Longart *et al.*, 2012).

Estas variaciones van acordes a lo referido inicialmente, donde se menciona que la proporción sexual se ve influenciada por varios factores dentro de la misma población.

### Tipo de reproducción según desarrollo gonadal

En el análisis de las láminas con cortes histológicos de los ovarios de *Ch. heterurus* se observó dos grupos con distinta madurez de ovocitos y la ausencia del tipo de ovocito maduro, por lo que se concluyó que el tipo de reproducción que posee esta especie es de tipo grupo-sincrónico con una estación reproductiva bien marcada. Este tipo de reproducción también la poseen algunas especies de la familia *Hyporhamphus*, este es el caso descrito por McBride & Thurman (2003) quienes mencionan que las especies *H. balao* y *H. brasiliensis*, presentan una maduración ovocitaria similar.

*Parexocoetus brachypterus* (Richardson, 1846) presenta dos desoves al año, el primero ocurre entre setiembre y enero y el otro durante marzo y agosto (Oxenford *et al.*, 1995). Esto podría guardar relación con lo encontrado para *Ch. heterurus*, debido a que presenta dos cohortes de madurez de ovocitos. Sin embargo, la ausencia de muestras a lo largo del año nos hace imposible establecer el periodo exacto de los desoves.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, A.S. & Chellappa, S. 2002. Estrategia reproductiva do peixe voador, *Hirundichthys affinis* Gunther (Osteichthyes, Exocoestidae). Revista Brasileira de zoologia, 19: 691-703.
- Berkeley, S. & Hounde, E. 1978. Biology of two exploited species of halfbeaks, *Hemiramphus brasiliensis* and *H. balao* from southeast Florida. Bulletin Marine Science, 28: 624-644.
- Castillo, J. 2012. Determinación de la proporción sexual y su relación con la hora pico de desove de la anchoveta *Engraulis ringens* durante el periodo 2000-2009 en la región norte-centro del Perú. Tesis pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Collette, B. 2016. Hemiramphidae, halfbeaks. The living marine resources of the Eastern Central Atlantic, 3: 2156-2162.
- Elliott, W. & Paredes, F. 1996. Aspectos biológicos-pesqueros del "pez volador" *Cypselurus heterurus* en el litoral del Perú. Informe Progresivo Instituto del Mar del Perú, 40: 21-38.
- Guardia, A. & Huamani, S. 2013. Extracción de ovas de peces voladores *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque), *Hirundichthys rondeletti* (Valenciennes) en el litoral sur del Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú, 40: 160-175.
- Fulton, T. 1981. On the comparative fecundity of sea fishes. Annual Report of the Fishery Board for Scotland, 9: 243-268.
- Humason, G. 1962. *Animal tissue techniques*. W.H. Freeman.
- Hunter, J.R. & Goldberg, S. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery bulletin, 77: 641-652.
- Hunter, J.R.; Lo, N.C. & Leong, R.J. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. NOAA Technical Report National Marine Fisheries Services, 36: 67-77.
- Longart, Y.; Acosta, V.; Parra, B. & Lista, M. 2012. Aspectos reproductivos del marao fósforo *Hemiramphus brasiliensis* (Beloniformes: Hemiramphidae), en la isla de Cubagua, Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, 45: 1-20.
- McBride, R. & Thurman, P. 2003. Reproductive biology of *Hemiramphus brasiliensis* and *H. balao* (Hemiramphidae): Maturation, spawning frequency, and fecundity. The Biological Bulletin, 204: 57-67.
- Nikolsky, G. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press.
- Oliveira, M.R.; Carvalho, M.M.; Silva, N.B.; Yamamoto, M.E. & Chellappa, S. 2015. Reproductive aspects of the flyingfish, *Hirundichthys affinis* from the Northeastern coastal waters of Brazil.

- Brazilian journal of biology, 75: 198-207.
- Oxenford, H.; Mahon, R. & Hunte, W. 1995. Distribution and relative abundance of flyingfish (Exocoetidae) in the eastern Caribbean. I. Adults. Marine ecology progress series. Oldendorf, 117: 11-23.
- Perea, A.; Cuba, A. & Sánchez, J. 2019. Desarrollo gonadal y fases de madurez gonadal del pez volador *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810) (Exocotidae, Beloniforme). The Biologist (Lima), 17: 169-178.
- Santander, H.; Alheit, J. & Smith, P. 1984. Estimación de la biomasa desovante de anchoveta peruana *Engraulis ringens* en 1981 por aplicación del Método de Producción de Huevos. Boletín - Instituto del Mar del Perú (Lima), 8: 213–250.
- Uygun, O. & Hossucu, B. 2018. The first record of the eggs of black wing flyingfish *Hyrundichtys rondeletiid* (Valenciennes, 1846) in the Turkish nearshores of the Aegean Sea (Gumuldur). Turkish Journal of Zoology, 42: 121-125.
- Tuapetel, F. 2021. Biologi reproduksi ikan terbang, *Cheilopogon abei* Parin 1966 di perairan Selat Geser Seram Timur. Jurnal Iltiologi Indonesia, 21: 167-184.

Received September 10, 2021.  
Accepted January 10, 2022.