

*The Biologist (Lima)*, 2021, vol. 19 (2), 175-185.



## The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL


### STAGES, SEX RATIO AND CATCH SIZE OF *HIPPOCAMPUS INGENS* GIRARD, 1858 (SYNGNATHIFORMES: SYNGNATHIDAE) FROM A SAMPLE SEIZED IN PERU


### ESTADIOS, PROPORCIÓN SEXUAL Y TALLA DE CAPTURA DE *HIPPOCAMPUS INGENS* GIRARD, 1858 (SYNGNATHIFORMES: SYNGNATHIDAE) A PARTIR DE UNA MUESTRA INCAUTADA EN PERÚ

Satchell Chipana-Robles\* & Sonia Valle-Rubio

Universidad Científica del Sur, Carrera de Biología Marina

\* Corresponding author: [schianaro@gmail.com](mailto:schianaro@gmail.com)

Satchell Chipana-Robles:  <https://orcid.org/0000-0002-5830-1186>

Sonia Valle-Rubio:  <https://orcid.org/0000-0001-9019-1100>

## ABSTRACT

322 individuals of *Hippocampus ingens* Girard, 1858 – the “Pacific Seahorse” -- were analyzed from a dehydrated sample from an illegal fishing seizure carried out in Tumbes, Piura and Lambayeque (northern region of Peru) in 2016. The values of capture size, sexual proportion and stages of development (juvenile or adult) were determined. The morphometric analysis consisted of determining the total height, body height, and length of the head while the identification of the sexes was based on morphological characters such as the presence of the incubation sac and light keels for males, and the dark spot under the anal fin in the case of adult females. Capture sizes (total height) ranged from 87 mm to 160 mm for adult individuals. No significant difference was found when comparing total height values in relation to the sex of individuals. The sex ratio (female: male) was 1.21:1. The results obtained update the status of a population of *H. ingens* in northern Peru and can serve as the basis for the development of conservation programs and future fisheries management of this species in Peru.

**Keywords:** adult – capture – population – seahorse - South-East Pacific

doi:10.24039/rtb20211921049

## RESUMEN

Se analizaron 322 individuos de *Hippocampus ingens* Girard, 1858 “Caballito de mar del Pacífico” de una muestra deshidratada, proveniente de un decomiso de pesca ilegal realizado en Tumbes, Piura y Lambayeque (región norte del Perú) en el año 2016. Se determinaron los valores de talla de captura, proporción sexual y estadios de desarrollo (juvenil o adulto). El análisis morfométrico consistió en determinar la altura total, altura del cuerpo y largo de la cabeza, mientras que la identificación de sexos se basó en caracteres, morfológicos, tales como, la presencia del saco de incubación y quillas leves para machos, asimismo, en el caso de hembras adultas se consideró la mancha oscura debajo de la aleta anal. Las tallas de captura (altura total) fluctuaron entre 87 mm y 160 mm, correspondiente a individuos adultos. No se encontró diferencia significativa al comparar los valores de la altura total en relación con el sexo de los individuos. La proporción de sexos (hembras: machos) fue de 1.21:1. Los resultados obtenidos resultan útiles para la actualización del estado de una población de *H. ingens* en el norte del Perú y pueden servir de base para el desarrollo de programas de conservación y futuro manejo pesquero de esta especie en Perú.

**Palabras clave:** adulto – caballito de mar – captura – Pacífico Sudoriental – población

## INTRODUCCIÓN

El género *Hippocampus* Rafinesque, 1810, abarca una gran cantidad de especies que están repartidas alrededor del mundo (Piacentino & Luzzatto, 2004). Su importancia ecológica recae en su capacidad filtradora y su distribución en zonas donde la cantidad de copépodos, anfípodos y poliquetos es alta, por ello, es considerado como un controlador de estas poblaciones; además suelen formar parte de la dieta alimentaria de algunos crustáceos (Rojas & Aguilar, 2004; Rosa *et al.*, 2007). Su peculiar morfología, comportamiento y posible propiedad curativa ha captado el interés de acuaristas y del mercado medicinal chino (Oceana, 2019), siendo este último el que provoca un mayor descenso en su población (Southeast Asian Fisheries Development Center [SEAFDEC], 1999).

*Hippocampus ingens* (Girard, 1858) se distribuye desde el sureste de California hasta el norte de Chile, y es una especie con un considerable valor ecológico, económico y cultural en las costas del Océano Pacífico Oriental (Becerril-García *et al.*, 2018). Es encontrado mayormente en arrecifes rocosos, pastos marinos y áreas de sedimento blando a profundidades de hasta 60 ó 70 m (Zhang *et al.*, 2014; Becerril-García *et al.*, 2018). Al igual que otras especies utilizan su cola para arraigarse a

las superficies y presentan de 38 a 40 anillos que sirven para su identificación (Lourie *et al.*, 2004). En condiciones controladas, la reproducción puede darse todo el año, asimismo, desde su nacimiento hasta adultos las alturas totales suelen estar entre los 5 mm y 310 mm (Encomendero, 2009; Vite-García *et al.*, 2017).

El comercio de caballitos de mar ha aumentado en el Pacífico Latino Americano, reportándose exportaciones a Canadá, Venezuela, Chile y Bolivia desde Perú, del mismo modo, se ha detectado la presencia de *H. ingens* en el barrio chino de San Francisco (Sanders *et al.*, 2008; Baum & Vincent, 2005). Por ello, se han desarrollado múltiples técnicas para aumentar las poblaciones de estos individuos, entre ellos se encuentra la acuicultura, sin embargo, problemas relacionados a su susceptibilidad a enfermedades, rentabilidad de alimento vivo e información escasa sobre las especies de interés, los avances han sido pocos (Da Costa-Castro *et al.*, 2008; Mones, 2011). No obstante, hay investigaciones como las de Dzyuba *et al.* (2006) que reducirían la alta mortalidad en etapas tempranas al trabajar con ejemplares que posean un tamaño considerable de cuerpo y saco de incubación, como *H. ingens*, los cuales influyen positivamente en la tasa de crecimiento de los juveniles en etapas iniciales.

En Perú, se prohibió la comercialización de *H.*

*ingens*, considerando ilegal cualquier actividad de extracción (Resolución Ministerial N° 306-2004-PRODUCE). Sin embargo, estas poblaciones aún se ven vulneradas por embarcaciones ilegales y pesca de arrastre (Quiñe & Romero, 2007). A pesar de encontrarse en la categoría de Vulnerable en la lista roja IUCN (International Union for Conservation of Nature) (Pollom, 2017), los estudios en Perú son escasos (Encomendero, 2009). Por todos estos factores que afectan a las poblaciones de caballitos de mar en Perú, el objetivo de esta investigación fue el de describir los estadios, proporción sexual y talla de captura de una población incautada de “caballito de mar” *H. ingens* proveniente del litoral de Tumbes y Chiclayo, Perú.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Procedencia del material analizado*

La muestra de *H. ingens* en estado deshidratado (seco) corresponde a una fracción de un lote que fue decomisado por el Ministerio de Producción (PRODUCE) a la empresa china Zhou Ning Tai International S.A, el 7 de junio del 2016, procedentes del litoral de Tumbes, Piura y Lambayeque (Región norte del Perú), y que fuera posteriormente entregada, con fines de investigación, a la Universidad Científica del Sur (Acta 06 N°007634–2016).

### *Identificación y Tamaño de muestra*

La identificación taxonómica de la muestra recibida como *H. ingens*, fue corroborada con la descripción de Lourie *et al.* (2004) donde, mencionan que *H. ingens* es el único del género *Hippocampus* que se distribuye en el litoral peruano.

Para determinar un adecuado tamaño de muestra se realizó un muestreo piloto de un total de 50 individuos (García-García *et al.*, 2013), donde se obtuvo la desviación estándar de la altura total (DE = 13,98). Se consideró un nivel de confianza del 0,98 y un margen de error del 1,66, los cuales, junto a la DE hallada previamente, fueron aplicados en la fórmula de estudios de tipos cuantitativos para poblaciones infinitas, que es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 S^2}{d^2}$$

(Aguilar-Barojas, 2005)

Donde:

n = Tamaño de muestra

Z<sup>2</sup> = Nivel de confianza al cuadrado

S<sup>2</sup> = Varianza de la población de estudio

d<sup>2</sup> = Error de estimación máxima aceptada al cuadrado

El resultado del análisis del muestreo piloto para determinar el número de muestra representativo fue de 322 individuos.

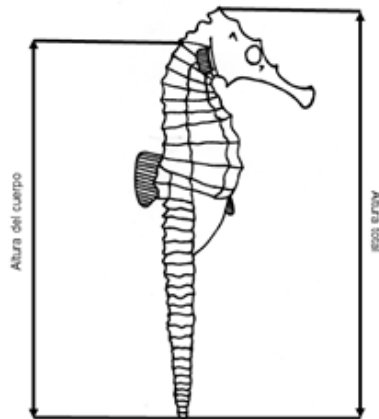
### *Procesamiento de la muestra*

Se evaluaron 322 individuos tomados del envase incautado ubicado en el Laboratorio de Investigación del Pabellón de Ciencias del Mar de la Universidad Científica del Sur, estos fueron extraídos a ciegas con el fin de obtener una muestra representativa de la población.

Las muestras fueron hidratadas cubriéndolas con agua dulce por un periodo mínimo de 90 min. Posteriormente, cada individuo fue colocado sobre papel secante para la absorción de la mayor cantidad de agua. Cada ejemplar fue etiquetado con un número de identificación y para evitar que los individuos se resequen, se realizó el secado individualmente una vez que se completara el análisis de ejemplar anterior.

### *Análisis morfométrico y caracteres morfológicos*

Los parámetros para el análisis morfométrico y morfológico se basaron en la descripción de Lourie *et al.* (2004, 2016) con modificaciones. El análisis morfométrico consistió en determinar altura total desde la corona hasta la parte final de la cola, asimismo, con el objetivo de identificar posibles juveniles se realizaron mediciones de la longitud de la cabeza que abarca desde el punto medio del anillo cleithral hasta la punta del hocico; y la altura del cuerpo, que abarca desde el primer anillo hasta la punta de la cola (figs. 1 y 2), siendo estos valores finalmente comparados y considerando juveniles solo a los individuos en los que la altura del cuerpo sea inferior a la longitud de la cabeza. Para todas las mediciones se utilizó un Vernier Caliper de 150 x 0,05 mm (6” x 1/128 IN).



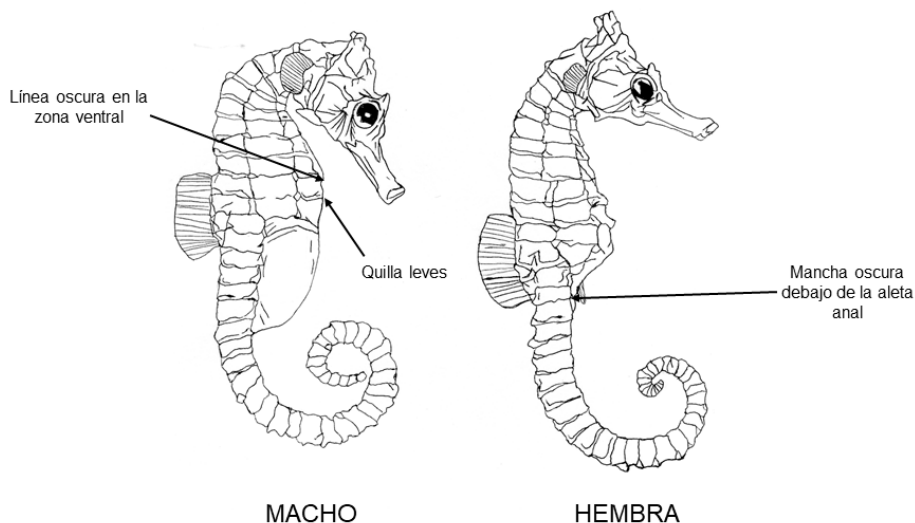
**Figura 1.** Vista lateral, altura total y altura del cuerpo en caballito de mar (Modificado de Lourie *et al.*, 2004)



**Figura 2.** Longitud de la cabeza en espécimen de *Hippocampus* spp. (Modificado de Lourie *et al.*, 2004)

El análisis de caracteres morfológicos, para la diferenciación de sexos, consideró el saco de incubación como carácter principal. Otros caracteres como: quillas leves y mancha debajo de la aleta anal, se compararon en función al sexo del

individuo; adicional a lo anterior, se consideró como carácter extra para la identificación de machos, a la línea oscura en la zona ventral, debido a que fue observado en todos los individuos machos analizados en la prueba piloto (figs. 3 y 4).



**Figura 3.** Caracteres morfológicos propios de machos y hembras en individuos de *Hippocampus ingens* (Modificado de Lourie *et al.*, 2004).



**Figura 4.** Individuo macho de *Hippocampus ingens*, indicando la línea oscura en la zona ventral.

#### *Análisis Estadístico*

Mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov con los datos de altura total de los individuos, se determinó la distribución normal (a una  $p > 0,05$ ;  $D = 0,05$ ;  $p = 0,08$ ). Asimismo, para comprobar la presencia de juveniles o adultos se contrastaron las medidas de la longitud de la cabeza con la altura del cuerpo (Lourie *et al.*, 2004).

Para la frecuencia de tallas de captura se realizó un histograma con todas las alturas totales, formando rangos con diferencia de 7 mm aproximadamente y definiendo el número de individuos en cada uno de ellos. La proporción de sexos Hembras: Machos (H:M), fue calculada dividiendo el número total de individuos machos entre el número total de hembras. Se utilizó chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para verificar la existencia de diferencias entre la proporción de

sexos de la población muestreada y la proporción de sexos esperada 1:1.

Con la finalidad de verificar si la talla (altura total) estaba relacionada al sexo de los individuos, se realizó una prueba t-Student para datos independientes.

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

## RESULTADOS

#### *Estadio de desarrollo*

El análisis morfométrico evidenció que los valores de la altura del cuerpo están por encima de los valores de la longitud de la cabeza (tabla 1).

**Tabla 1.** Valores de altura del cuerpo (mm) y longitud de la cabeza (mm) en *Hippocampus ingens*.

<i>Medidas (mm)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Promedio</i>
Altura del cuerpo	71,91	140,95	101,56
Longitud de la cabeza	22,05	36,13	28,20

*Proporción sexual de individuos*

Del total de individuos analizados, se verificó la presencia del saco de incubación en un 45,34 %, el cual es un indicador de solo individuos machos. En un total de 124 individuos se evidenció la presencia de quilla leve, de los cuales 118 fueron machos y seis hembras. Además, la línea oscura en la zona ventral, al igual que el saco de incubación, solo fue apreciada en los ejemplares machos. La mancha

oscura debajo de la aleta anal no fue distinguida en ninguno de los ejemplares (tabla 2).

En adición a lo anterior, la proporción de sexos (hembras:machos) para la población de *H. ingens* analizada fue de 1,21:1. Este valor fue consistente con la proporción 1:1 esperada ( $X^2=2,79$ ;  $p=0,09$ ) (tabla 3).

**Tabla 2.** Número de individuos y porcentaje de presencia/ausencia de cada carácter morfológico analizado (N = 322).

Carácter morfológico	Número de individuos	Porcentaje de individuos (%)
Presencia de saco de incubación	146	45,34
Presencia de quillas leves	124	38,51
Presencia de línea oscura en la zona ventral	146	45,34
Ausencia de mancha oscura debajo de la aleta anal	322	100

**Tabla 3.** Proporción de sexos en una muestra de 322 individuos de *Hippocampus ingens*.

Sexo del individuo	Número de individuos	Porcentaje de individuos (%)
Hembras	176	54,66
Machos	146	45,34
Hembras/Machos		1,21
Hembras:Machos		1,21:1
Chi cuadrado ( $X^2$ )		2,79 ( $p=0,09$ )

*Talla de captura*

El mayor número de individuos del análisis estuvo en el rango de alturas totales entre 120 mm y 127 mm con un total de 59 individuos (18,32%), seguido por el rango de 114 mm y 120 mm con 58 individuos (18,01%); sólo se encontró 19 individuos en rangos menores de 100 mm (5,90%)

(fig. 5).

La talla máxima de captura de individuos machos fue de 160 mm y mínima de 87 mm; mientras que en individuos hembras la talla máxima fue de 157 mm y mínima de 91 mm (tabla 4).

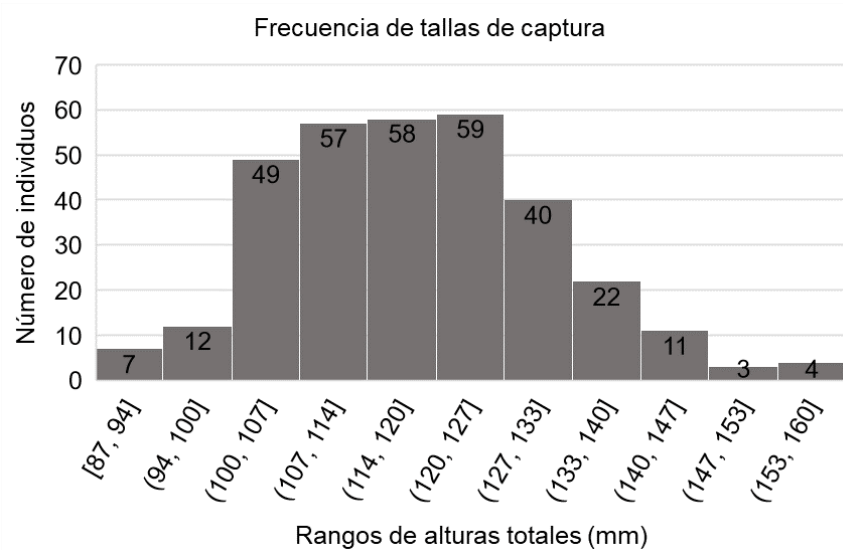


Figura 5. Frecuencia de tallas de captura de *Hippocampus ingens*

Tabla 4. Valores de altura total (mm) de *Hippocampus ingens*

Sexo del individuo	Altura total (mm)		
	Mínimo	Máximo	Promedio
Hembras	91	157	117,41
Machos	87	160	118,98

no se encontró diferencias significativas al comparar la altura total en relación con el sexo de los individuos ( $t = 1,07$ ;  $p = 0,28$ ).

## DISCUSIÓN

En este estudio, el saco de incubación fue utilizado como carácter principal en la diferenciación de sexos al ser propiamente de individuos machos (Lourie *et al.*, 2016), asimismo, cabe recalcar que la observación de una línea oscura en la zona ventral podría ser utilizada como un carácter de apoyo para la identificación de machos en esta población, debido a que el 100% de individuos de este sexo la presentaron. Adicional a ello, otras características como la presencia de quillas leves y ausencia de mancha oscura debajo de la aleta anal en el caso de machos, no fueron muy útiles para la diferenciación en muestras secas como las

analizadas en esta investigación, ya sea por la falta de definición de estas características o por la percepción del investigador que realiza el análisis. El identificar adecuadamente el sexo de un individuo servirá como base para hallar la proporción de sexos en una población y con ello, poder predecir la viabilidad de la población en un futuro (Escobedo-Galván, 2008).

Las proporciones de sexos en *Hippocampus* spp. es variable, habiéndose registrado sesgos mayormente hacia los individuos hembras (Quiñe & Romero, 2007; Freret-Meurer *et al.*, 2013) y a veces hacia los machos Mai y Rosa (2009). La proporción de sexos de los individuos estuvo ligeramente sesgada hacia las hembras (H:M 1.21:1), no obstante, este sesgo no fue significativamente diferente de la proporción esperada 1:1. Este resultado es consistente con lo registrado para otras especies del género *Hippocampus* como *H. reidi* Ginsburg, 1933 (Pastor *et al.*, 2011); *H. borboniensis* Duméril,

1870, *H. spinosissimus* Weber, 1913, *H. kuda* Bleeker, 1852, *H. trimaculatus* Leach, 1814, *H. fuscus* Rüppell, 1838, *H. guttulatus* Cuvier, 1829 (Salin, 2003); *H. subelongatus* Castelnau, 1873 (Kvarnemo *et al.*, 2007); *H. coronatus* Temminck & Schlegel, 1850 y *H. mohnikei* Bleeker, 1853 (Choi *et al.*, 2012).

Esta proporción entre hembras y machos es un indicador de una estructura social en parejas y un comportamiento monógamo (Lourie *et al.*, 1999). Adicionalmente, la consecuencia de dejar a un individuo sin compañero compromete su reproducción y sobrevivencia, debido a que puede aumentar el gasto energético en la búsqueda de una nueva pareja (Perante *et al.*, 2002), disminuyendo a largo plazo el número de individuos en la población.

La demanda de medicina tradicional china ocasiona pesca ilegal de inmensas cantidades de caballitos de mar desde su hábitat natural en diferentes lugares del mundo (Chang *et al.*, 2013). El Instituto del Mar del Perú (IMARPE) estableció la talla “comercial” (altura total) de *H. ingens* en 294 mm (Encomendero, 2009), además, en Perú está prohibida la extracción de esta especie desde el año 2004 cuando se decretó oficialmente mediante una Resolución Ministerial del Ministerio de la Producción (R.M. N° 306-2004-PRODUCE).

Debido a la procedencia de la muestra analizada (incautación de una pesca ilegal) resulta importante mencionar el hallazgo de, principalmente individuos adultos, por la implicancia en las variables poblacionales en el hábitat natural. La mayoría de los individuos analizados estuvieron en rangos de tallas de adultos. Los pocos ejemplares (19 individuos) encontrados con tallas de menos de 100 mm, estarían en la clasificación de pre-recluta (Quiñe & Romero, 2007). Sin embargo, Aylesworth *et al.* (2015) consideran que el estado adulto y subadulto de un caballito de mar se define por la presencia del saco de incubación; es decir, todos los individuos (machos o hembras) que presenten tallas inferiores a la talla mínima reportada para machos con saco de incubación, serán considerados como juveniles.

Por otro lado, se ha reportado que la madurez sexual en esta especie es alcanzada entre los 50 a 60 mm de altura total (Groves & Lavenberg, 1997;

citado por Lourie *et al.*, 2004). El resultado del análisis de las frecuencias de tallas, indican que la pesca ilegal estaría siendo dirigida hacia los individuos adultos y tallas mayores que la estimada de la primera reproducción, esta supuesta preferencia por parte de los pescadores ilegales puede ser explicado por la baja dispersión de los adultos en condiciones artificiales y en su hábitat natural, lo cual hace más fácil su ubicación y por consiguiente su captura (Foster, 2004; Faleiro *et al.*, 2008).

El rango de tallas (altura total) obtenido de 87 a 160 mm es inferior en comparación a los reportados por otros autores que analizaron poblaciones de *H. ingens* en Perú durante los últimos 15 años, donde los rangos se encontraban entre 125 a 180 mm (Bisso-Bustamante, 2006) y 90 a 200 mm (Quiñe & Romero, 2007). Adicional a ello, todos los rangos de talla reportan valores que casi representan una segunda y/o tercera parte por debajo de los 300 mm, que vendría a ser la talla máxima reportada para la especie (Lourie *et al.*, 2004). Esta disminución del tamaño corporal de *H. ingens* en la zona norte del Perú podría estar sugiriendo el efecto de una extracción indiscriminada (Audzijonyte *et al.*, 2013) e ilícita a la que esta especie ha estado sometida desde hace más de 15 años, principalmente en las zonas de extracción de la región norte del Perú (Encomendero, 2009).

Es importante resaltar que, con lo analizado en esta investigación, comprobamos que el carácter morfológico más eficaz para la identificación de machos en esta población es la presencia del saco de incubación junto con la línea oscura en la zona ventral. Asimismo, se ha evidenciado una muestra de individuos con tallas ligeramente menores, en comparación con otros estudios realizados con poblaciones provenientes de la misma zona de muestreo del Perú (localidades de la región norte del país), lo que sugiere que una constante pesquería ilegal estaría afectando la talla media de la población de “Caballito de mar” en el norte del Perú y a individuos adultos de ambos sexos de manera proporcional.

Finalmente, se pone en conocimiento los resultados de este estudio como información para la actualización del estado de una población de *H. ingens* en el norte del Perú, así como también, para que sirvan de base para una mejor comprensión de



la dinámica de las poblaciones, lo que podría derivar en su aplicación para el desarrollo de nuevos programas de conservación y manejo de esta especie de “caballito de mar” en Perú.

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Científica del Sur por la confianza puesta para desarrollar la evaluación científica de las muestras secas de *H. ingens* decomisadas en un operativo por parte del Ministerio de la Producción, asimismo, a la plana docente y personal técnico de la carrera de Biología Marina que nos facilitó el lugar de trabajo y algunos de los implementos necesarios para su ejecución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Barojas, S. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11: 333-338.
- Audzijonyte, A.; Kuparinen, A.; Gorton, R. & Fulton E.A. 2013. Ecological consequences of body size decline in harvested fish species: positive feedback loops in trophic interactions amplify human impact. *Biology Letters*, 9: 1-5.
- Aylesworth, L.A.; Xavier, J.H.; Oliveira, T.P.; Tenorio, G.D.; Diniz, D.F. & Rosa, I.L. 2015. Regional-scale patterns of habitat preference for the seahorse *Hippocampus reidi* in the tropical estuarine environment. *Aquatic Ecology*, 49: 499-512.
- Baum, J.K. & Vincent, A.C. 2005. Magnitude and inferred impacts of the seahorse trade in Latin America. *Environmental Conservation*, 32: 305-319.
- Becerril-García, E.E.; Petatan-Ramirez, D.; Ortiz-Aguirre, I. & Ayala-Bocos, A. 2018. First record of the Pacific Seahorse *Hippocampus ingens* in Guadalupe Island, México. *Journal of Fish Biology*, 92: 1207-1210.
- Bisso-Bustamante, F.L. 2006. *Reproducción de Hippocampus ingens Girard, 1859 en cautiverio* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú.
- Chang, C.H.; Jiang-Liaw, N.H.; Lin, Y.S.; Fang, Y.C. & Shao, K.T. 2013. Authenticating the use of dried seahorses in the traditional Chinese medicine market in Taiwan using molecular forensics. *Journal of Food and Drug Analysis*, 21: 310-316.
- Choi, Y.U.; Rho, S. & Park, D.H. 2012. Population characteristics of two seahorses, *Hippocampus coronatus* and *Hippocampus mohnikei*, around seagrass beds in the southern coastal waters of Korea. *Ichthyological Research*, 59: 235-241.
- Da Costa-Castro, A.L.; De Farias-Diniz, A.; Zapparoli-Martínis, A.; Vendel, A.L.; Ribeiro de Oliveira, T.P. & De Lucena Rosa, I.M. 2008. Assessing diet composition of seahorses in the wild using a non-destructive method: *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) as a study-case. *Neotropical Ichthyology*, 6: 637-644.
- Dzyuba, B.; Van Look, K.J.; Cliffe, A.; Koldewey, H.J. & Holt, W.V. 2006. Effect of parental age and associated size on fecundity, growth and survival in the yellow seahorse *Hippocampus kuda*. *The Journal of Experimental Biology*, 209: 3055-3061.
- Encomendero, E.L. 2009. Porqué investigar el caballito de mar, *Hippocampus ingens*, Girard, 1859?. *Pueblo Continente*, 20: 393-397.
- Escobedo-Galván, A. 2008. Estructura poblacional y proporción de sexos en *Caiman crocodilus* en Caño Negro, Costa Rica. *Iheringia. Série Zoologia*, 98: 489-492.
- Faleiro, F.; Narciso, L. & Vicente, L. 2008. Seahorse behaviour and aquaculture: How to improve *Hippocampus guttulatus* husbandry and reproduction? *Aquaculture*, 282: 33-40.
- Foster, S. 2004. Case study: *Hippocampus* spp. Project Seahorse. University of British Columbia, Canada.
- Freret-Meurer, N.V.; Andreatta, J.V. & Alves, M.A. 2013. Seahorse fingerprints: a new individual identification technique. *Environmental Biology of Fishes*, 96: 1399-1405.
- García-García, J.A.; Rending-Bernal, A. & López-Alvarenga, J. C. 2013. Cálculo del tamaño

- de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica*, 2: 217-224.
- Groves, J. S. & Lavenberg, R. J. 1997. *The Fishes of the Galapagos Islands*. Stanford University Press, USA.
- Kvarnemo, C.; Jones, A.G.; Moore, G.I.; Hensman, W. & Avise, J.C. 2007. Monogamous pair bonds and mate switching in the Western Australian seahorse *Hippocampus subelongatus*. *Journal of Evolutionary Biology*, 13: 882-888.
- Lourie, S.A.; Vincent, A.C. & Hall, H.J. 1999. *Seahorses – An Identification Guide to the World's Species and their Conservation*. Project Seahorse, UK.
- Lourie, S.A.; Foster, S.J.; Cooper, E.W. & Vincent, A.C. 2004. *A Guide to the Identification of Seahorses*. Project Seahorse and TRAFFIC North America. Washington D.C. University of British Columbia and World Wildlife Fund.
- Lourie, S.A.; Pollom, R.A.; & Foster, S.J. 2016. A global revision of the Seahorses *Hippocampus* Rafinesque 1810 (Actinopterygii: Syngnathiformes): Taxonomy and biogeography with recommendations for further research. *Zootaxa*, 4146: 001-066.
- Mai, A.C. & Rosa, I.M. 2009. Aspectos ecológicos do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no estuário Camurupim/Cardoso, Piauí, Brasil, fornecendo subsídios para acriação de uma Área de Proteção Integral. *Biota Neotropica*, 9: 85-91.
- Mones, J. 2011. *Evaluación del copépodo Pseudodiaptomus euryhalinus como alimento vivo en juveniles de caballito de mar Hippocampus ingens*. Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo. M. C. Centro de Investigación en Alimento y Desarrollo.
- Oceana. 2019. *El enigmático y amenazado mundo de los caballitos de mar*. Consultado el 7 de octubre del 2020. <https://europe.oceana.org/es/eu/prensa-e-informes/reportajes/caballitos-de-mar>
- Pastor, L.; Piloto, Y.; Corrada, R. & Chevalier, P. 2011. Study of the seahorse populations in two zones of the North Coast of Havana and Pinar Del Rio, Cuba. *Journal of Marine and Coastal Sciences*, 3: 171-181.
- Perante, N.C.; Pajaro, M.G.; Meeuwig, J.J. & Vincent, A.C. 2002. Biology of a seahorse species, *Hippocampus comes* in the central Philippines. *Journal of Fish Biology*, 60: 821-837.
- Piacentino, G. & Luzzatto, D. 2004. *Hippocampus patagonicus* sp. nov., nuevo caballito de mar para la Argentina (Pisces, Syngnathiformes). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n.s., 6: 339-349.
- Pollom, R. 2017. *Hippocampus ingens*. *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2017*: e.T10072A54905720. doi: 10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T10072A54905720.en.
- PRODUCE. 2004. Resolución Ministerial N° 306-2004. *Por el cual se prohíbe la extracción del recurso caballito de mar o hipocampo en aguas marinas de jurisdicción peruana*. <http://extwprlegs1.fao.org/>
- Quiñe, M. & Romero, M. 2007. *Estudio Bioecológico y Pesquero –Comercial de Hippocampus ingens ‘caballito de mar’ en el litoral del Perú (Tumbes y Piura) con fines de Conservación*. Instituto Del Mar Del Perú. Dirección de investigaciones de recursos Demersales y litorales. Unidad de investigaciones en biodiversidad informe Anual 2007.
- Rojas, D.A. & Aguilar, C.A. 2004. *Composición del tubo digestivo de juveniles del Caballito del Pacífico Hippocampus ingens (Girard, 1858)*. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Rosa, I.L.; Oliveira, T.P.; Castro, A.L.; De Souza, L.E.; Xavier, J.H.; Nottingham, M.C.; Dias, T.L.; Bruto, L.V. & Monteiro, C. 2007. Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). *Neotropical Ichthyology*, 5: 405-414.
- Salin, K.R. 2003. *Reproductive biology and larval rearing of Hippocampus kuda, and the taxonomy of seahorses (Hippocampus spp.) along the southern coast of India*. Ph.D. Central Institute of Fisheries Education.
- Sanders, J.G.; Cribbs, J.E.; Fienberg, H.G.; Hulburd, G.C.; Katz, L.S. & Palumbi, S.R. 2008. The tip of the tail: molecular identification of seahorses for sale in

- apothecary shops and curio stores in California. *Conservation Genetics*, 9: 65-71.
- Southeast Asian Fisheries Development Center. 1999. AQD's marine ornamental fish [SEAFDEC] project. *SEAFDEC Asian Aquaculture*, 21: 31-38.
- Vite-García, N.; López-Jiménez, S. & Rangel-López, L. 2017. Avances en el cultivo de *Hippocampus* spp. (Teleostei: Syngnathidae): investigaciones en el siglo XXI. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45: 1-17.
- Zhang, H.; Zhang, Y. & Lin, Q. 2014. Complete mitochondrial genome of the pacific seahorse *Hippocampus ingens* Girard, 1858 (Gasterosteiformes: Syngnathidae). *Mitochondrial DNA*, 26: 755–756.

Received February 3, 2021.  
Accepted April, 2021.