

Biotempo (Lima)



<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

MORPHOLOGICAL AND MORPHOMETRIC ANALYSIS OF
HIPPOCAMPUS INGENS GIRARD, 1858 “SEA HORSE”
IN A STATE DEHYDRATION

ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y MORFOMÉTRICO DE *HIPPOCAMPUS*
INGENS GIRARD, 1858 “CABALLITO DE MAR” EN ESTADO DE
DESHIDRATACIÓN

Flor de María Madrid-Ibarra^{1,2*}; Ariana Acosta-Reyna²; Orlando Lopez-Illanes²
& Noelany Perales-Del Águila²

¹ Instituto de Recursos Naturales y Ecología (IRNE). Universidad Ricardo Palma (URP), Lima, Perú.

² Grupo Ecológico Econatura - Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP), Lima, Perú.

* Corresponding author: flordemaria.madrid@urp.edu.pe

Flor de María Madrid-Ibarra: <https://orcid.org/0000-0002-4041-2718>

Ariana Acosta-Reyna: <https://orcid.org/0000-0001-6049-8099>

Orlando López-Illanes: <https://orcid.org/0000-0003-2671-4469>

Noelany Perales-del Águila: <https://orcid.org/0000-0002-1851-9674>

ABSTRACT

This research analyzes a population of 1760 *Hippocampus ingens* Girard, 1858 dehydrated “seahorses”, from confiscation of illegal fishing in the north of the country from a Chinese vessel in 2016 and donated to the Ricardo Palma University, Lima, Peru by the Ministry of Production (PRODUCE) of Peru according to delivery certificate No. 06-005565-2016, for research purposes. The morphological characteristics were analyzed and the morphometric parameters of this species were established. The sexual dimorphism ratio (1:1,32) was determined based on morphological characteristics such as the presence of an incubation pouch in males and its absence in females. Through the Pearson correlation analysis, it was established that there is a direct proportionality between the weight that fluctuated between 0.53 and 5.37 g and the capture size between 56 and 219 mm, while the number of rings was established at 11 as an average in the trunk and tail range was from 31 to 41, observing a relationship between them. When making comparisons of the morphometric values, it was shown that the total length is independent of gender, so the differences between males and females were not significant. It is considered that the seahorses were captured and dehydrated before reaching their maximum development. The overexploitation and demand for this resource make them vulnerable to depredation by illegal fishing, (VU) by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) and Appendix II in the Convention on International Trade in Endangered Species of Fauna and Wild Flora (CITES), declaring itself permanently closed. It is expected that this research will generate alternative solutions for its conservation such as the development of aquaculture and, knowing



the population structure, predict its viability in the future to improve conservation efforts for this threatened species, fulfilling Sustainable Development Goal 14. (SDG) “Submarine life”.

Keywords: CITES – conservation – IUCN – morphology – morphometry – SDG

RESUMEN

Esta investigación analiza una población de 1760 *Hippocampus ingens* Girard, 1858 “caballito de mar” deshidratados, procedentes de un decomiso de pesca ilegal en el norte del país a una embarcación de procedencia china en el año 2016 y donados a la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) del Perú según acta de entrega N° 06-005565-2016, para fines de investigación. Se analizaron las características morfológicas y se establecieron los parámetros morfométricos de esta especie. Se determinó la relación del dimorfismo sexual (1:1,32) basándose en caracteres morfológicos como la presencia de bolsa de incubación en los machos y ausencia de ésta en las hembras. Mediante el análisis de correlación de Pearson se estableció que existe proporcionalidad directa entre el peso que fluctuó entre 0,53 y 5,37 g y la talla de captura entre 56 y 219 mm, mientras que el número de anillos se estableció en 11 como promedio en el tronco y en la cola el rango fue de 31 a 41, observando relación entre estos. Al realizar comparaciones de los valores morfométricos, se demostró que la longitud total es independiente del género, por lo que las diferencias entre machos y hembras no fueron significativas. Se considera que los caballitos de mar fueron capturados y deshidratados antes de llegar a su máximo desarrollo. La sobreexplotación y demanda de este recurso los convierte en vulnerables a la depredación por pesca ilegal, (VU) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y apéndice II en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), declarándose en veda permanente. Se espera que esta investigación genere alternativas de solución para su conservación como el desarrollo de la acuicultura y, al conocer la estructura poblacional, predecir su viabilidad en el futuro para mejorar los esfuerzos de conservación de esta especie amenazada, cumpliendo el Objetivo 14 de Desarrollo Sostenible (ODS) “vida submarina”.

Palabras clave: CITES – conservación – morfología – morfometría – ODS – UICN

INTRODUCCIÓN

En el mar pacífico, se han descrito cinco especies de *Hippocampus* Rafinesque, 1810 siendo *Hippocampus ingens* Girard, 1858, una de las especies de mayor tamaño pudiendo medir hasta 31 cm. *H. ingens* es un pez que pertenece a la familia Syngnathidae que vive en aguas templadas y tropicales poco profundas, distribuyéndose desde San Diego, California hasta el norte de Perú, y hallado usualmente en arrecifes rocosos a lo largo de la línea de costa entre 1 - 15 m y en zonas bentónicas de profundidades de hasta 60 a 70 m, cumple un papel ecológico trascendental por su capacidad filtradora usa su hocico tubular para crear una fuerte succión con el que realizan la rápida ingesta de su alimento y actúa como controlador poblacional en zonas abundantes de anfípodos, copépodos y poliquetos. El cuantioso valor de *H. ingens* se ubica a nivel ecológico, económico y cultural en las costas del Océano Pacífico Oriental Tropical (Mones & Puello, 2011; Zhang *et al.*,

2014; Ortiz-Aguirre *et al.*, 2018; Becerril-García *et al.*, 2018; Koning & Hoeksema, 2021).

A diferencia de lo que ocurre con otros peces que dependen de su aleta caudal para nadar, *H. ingens* carece de esta, y en su lugar presenta una cola modificada con capacidad prensil que le permite sujetarse a diferentes sustratos y también retener a su pareja durante el cortejo y apareamiento. La capacidad de doblar la cola en forma dorso-ventral en el género *Hippocampus* es una de las modificaciones morfológicas más impresionantes en la historia evolutiva de los peces. Los caballitos de mar son monógamos y presentan un dimorfismo sexual en el que la hembra deposita sus huevos dentro de la bolsa de incubación del macho para su fecundación y protección a las crías durante toda su gestación que dura entre 14 a 15 días, registrándose su maduración sexual a partir de los 5,4 cm. Se menciona que, entre los caballitos adultos, existe una diferenciación de la ocupación de hábitats

dependiendo del tamaño, siendo los especímenes más grandes los que ocupan profundidades mayores (Teixeira & Musick, 2001; Wilson *et al.*, 2003; Foster & Vincent, 2004; Lourie *et al.*, 2004).

Actualmente en Perú está prohibida la comercialización de *H. ingens*; no obstante, sus poblaciones naturales han descendido drásticamente debido a la sobreexplotación, las disposiciones que prohíben la captura, comercialización y tráfico nacional e internacional han estimulado la pesca clandestina y promovido el desarrollo o consolidación del tráfico ilegal, pese a figurar en la lista roja de la UICN categoría de Vulnerable (VU) y CITES, Apéndice II con repercusiones significativas en las poblaciones locales de las zonas tradicionales de pesca. Su captura involucra una seria afectación a su hábitat y un riesgo adicional para su conservación (Vincent, 1996; Baum & Vincent, 2005; Morgan & Bull, 2005; Perry *et al.*, 2010; IUCN, 2017; Vite-García *et al.*, 2017; López, 2019; Marín *et al.*, 2021; Alfaro-Shigueto *et al.*, 2022).

El análisis morfológico que trata de la forma de los seres vivos y de su evolución, en los peces debido a su carácter acuático se presentan varias estructuras características. El análisis morfométrico como técnica, examina el tamaño y la forma del pez usando un rasgo medible, tal como la longitud, estas mediciones se utilizan para identificar su taxonomía hasta el nivel de especie; también se busca contribuir con los estudios sobre el desarrollo evolutivo de los organismos con resultados satisfactorios en varias especies de importancia comercial (Singh *et al.*, 2022).

Hippocampus ingens “caballito de mar”, es un pez que presenta muchas características estructurales que son adaptaciones para su estilo de vida acuática, además los conteos y mediciones destacan la necesidad de buscar características morfológicas que avalen las diferencias establecidas y pueden ayudar a diferenciar la especie de *Hippocampus* endémica y característica de nuestro litoral (Corona-Rojas, 2015; Corona-Rojas *et al.*, 2021).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las características morfológicas y establecer los parámetros morfométricos de *H. ingens* “caballito de mar”.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

De un total de 2000 caballitos de mar asignados para el desarrollo de la investigación se utilizaron 1760

muestras provenientes de un decomiso ilegal en la zona marino costera de los departamentos del norte del Perú incautadas por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) y donadas a la Universidad Ricardo Palma (URP), Lima, Perú para fines de investigación. Los ejemplares deshidratados fueron elegidos aleatoriamente (método de muestreo donde los especímenes se escogen al azar para que cada uno tenga la misma posibilidad de ser elegido) y posteriormente analizados en el laboratorio de Ecología de la URP.

Morfología



Figura 1. Especimen de *Hippocampus ingens* “caballito de mar”.

Al analizar los caracteres morfológicos se registró el peso de cada uno de los individuos utilizando una balanza de 0,01 g de precisión, luego se contaron el número de anillos del tronco, cola, totales, se procedió a rotularlos y se elaboró un registro fotográfico (Fig. 1). Se determinó la morfología en relación con el dimorfismo sexual basándose en caracteres morfológicos como la presencia de bolsa de incubación en los machos y ausencia de esta en las hembras (Fig. 2).



Figura 2. Aspectos morfológicos del dimorfismo sexual en *Hippocampus ingens* “caballito de mar”.

Morfometría

Los parámetros morfométricos fueron evaluados utilizando un vernier digital de 150 X 0,05 mm marca TRUPER. Se determinó la longitud total desde la corona hasta la parte final de la cola; la longitud del tronco, desde

la corona hasta la aleta dorsal; la longitud de cola, desde la aleta dorsal hasta el final de la misma; la longitud de la cabeza, desde la corona hasta el término del hocico y la longitud del hocico, desde la espina ocular hasta el final del mismo, para posteriormente diferenciar juveniles de adultos considerando la talla de captura (Fig. 3).

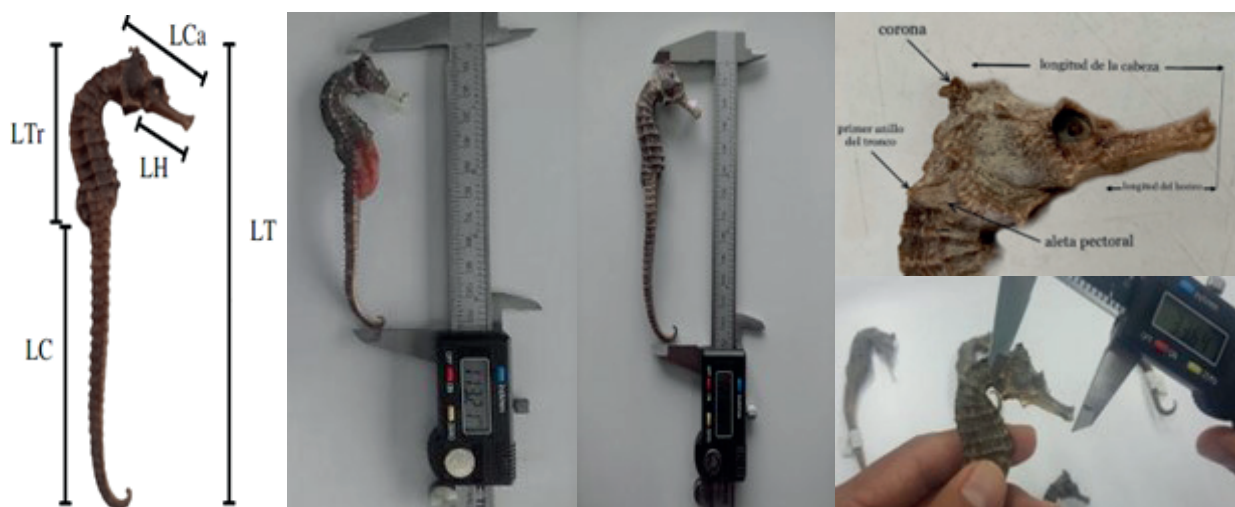


Figura 3. Parámetros morfométricos evaluados en *Hippocampus ingens* “caballito de mar”. LTr: longitud del tronco; LC: longitud de la cola; LT: longitud total; LCa: longitud de la cabeza; LH: longitud de hocico.

Análisis de datos

Se utilizó la prueba estadística paramétrica de correlación de Pearson para asociar talla *versus* peso de *H. ingens*. Se elaboraron gráficos de tendencia para registrar el comportamiento del sexo, peso, número de anillos, talla de captura, longitud de tronco, longitud de cola, longitud de cabeza y longitud de hocico, relacionándolos entre sí; además de obtener la data de máximos, mínimos, media

y desviación estándar. El total de datos obtenidos de talla de captura se asociaron en 10 grupos con 15,6 cm de frecuencia entre cada uno.

Aspectos éticos

Los datos obtenidos no representan amenaza alguna para el ecosistema marino, debido a que las muestras de *H. ingens* “caballito de mar” fueron donadas por el Ministerio

de la Producción PRODUCE para fines de investigación según acta No. 06-005565-2016 y no constituyen conflicto de interés. Las muestras se depositaron en el Museo de Historia Natural “Vera Alleman” de la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 1760 muestras analizadas, se obtuvieron los datos de las características morfológicas y parámetros morfométricos evaluando el peso, número de anillos y longitud total, considerando máximos, mínimos y promedios (Tabla 1).

Tabla 1. Datos biométricos registrados de un total de 1760 *Hippocampus ingens* “caballito de mar”.

Dimorfismo sexual	Peso (g)				Número de anillos				Longitud total (mm)			
	Máx	Mín	μ	σ	Máx	Mín	μ	σ	Máx	Mín	μ	σ
Machos	4,98	0,65	2,18	0.64	52	42	47	2.38	214,55	56,00	143,88	26.34
Hembras	5,37	0,53	2,02	0.65	52	42	47	2.34	219,00	63,00	141,55	25.94

Se determinó el dimorfismo sexual en una proporción de 1:1,32, dominando las hembras en relación con los machos, contando 757 individuos machos que representan el 43% y 1003 individuos hembras que representan el 57%. Tomando en cuenta que son monógamos y que su reproducción se manifiesta durante todo el año presentando una proporción de sexos equilibrada (Lourie *et al.*, 2004; Teixeira & Musick, 2001). Lo esperado debió ser encontrarlos en igual proporción; sin embargo, en esta

investigación la proporción de hembras superó a la de los machos coincidiendo con diversos autores (Alzamora *et al.*, 2017; Ortiz-Aguirre *et al.*, 2018; Chipana-Robles & Valle-Rubio, 2021). Debido a ser individuos producto de una pesca de arrastre ilegal, se puede deducir que un buen número de especímenes machos estaban en etapa de gestación al haberse observado muy definidas las bolsas de incubación, siendo protegidos por los individuos hembra con la finalidad de preservar la especie (Fig. 4).

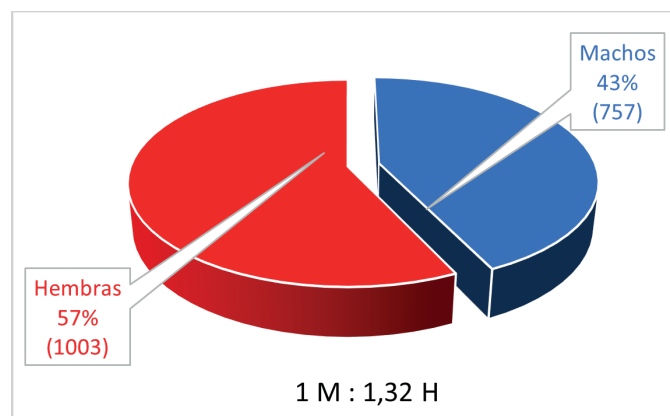


Figura 4. Proporción de ejemplares machos y hembras de *Hippocampus ingens* “caballito de mar”.
H = Hembras. M = Machos.

Del total de caballitos de mar, el peso mínimo encontrado fue de 0,53 g y el máximo de 5,37 g. Generando la relación peso dimorfismo sexual en base a una comparación de medias a través del programa Excel en un gráfico de caja y bigotes, empleando los datos máximos y mínimos, se verificó que no existe diferencia significativa entre machos y hembras, asumiendo que los machos de pesos mayores estuvieron en “estado de gestación”. El peso de los caballitos de mar puede variar dependiendo de la etapa

reproductiva, con incrementos importantes cuando las hembras presentan huevos maduros o cuando los machos están “embarazados” (Foster, 2008; García, 2017) (Fig. 5).

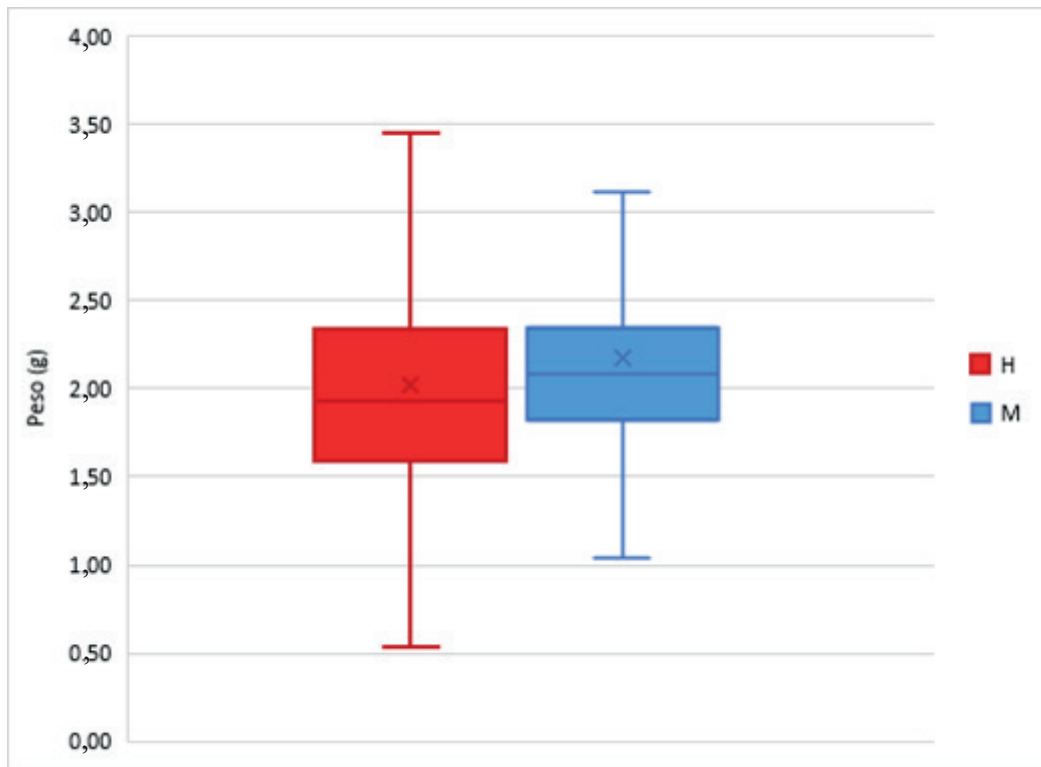


Figura 5. Diagrama de caja y bigotes que representa la similitud entre peso y dimorfismo sexual en *Hippocampus ingens*. H = Hembras. M = Machos.

La diferenciación de especies del género *Hippocampus* se basa tanto en la presencia de manchas a lo largo del cuerpo en la parte dorsal como en la forma y número de anillos, dichas características morfológicas, combinadas con el método de análisis de secuencias de ADN son propicias para identificar con precisión el origen de los

caballitos de mar comerciales (Wang *et al.*, 2020). En esta investigación, el número de anillos promedio en el tronco se estableció en 11 y en la cola el rango fue de 31 a 41; sin embargo, se pudo notar la relación entre el número de anillos y el dimorfismo sexual de la especie (Bruner & Bartolino, 2008; Becerril-García *et al.*, 2018) (Fig. 6).

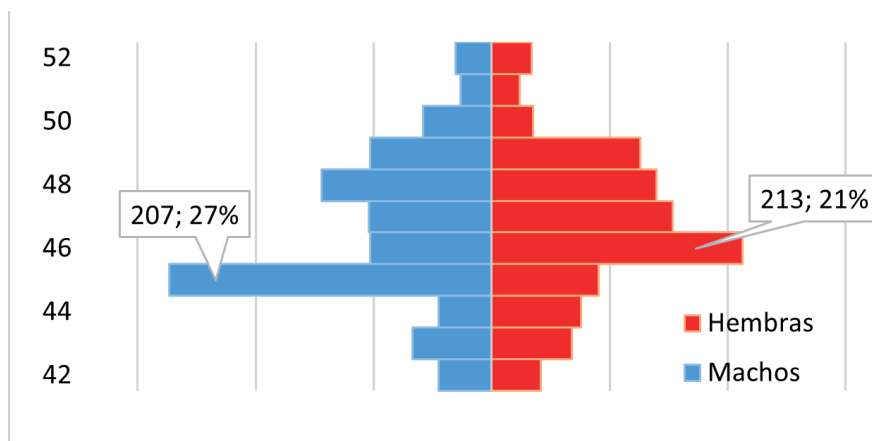


Figura 6. Pirámide que evidencia la población de *Hippocampus ingens* en correspondencia con el número de anillos totales por ejemplar.

Al analizar los parámetros morfométricos, el análisis de correlación de Pearson estableció que existe proporcionalidad directa entre la talla de captura, encontrándose la menor longitud total de 56 mm en un macho y la mayor longitud total de 219 mm

correspondiendo a una hembra y el peso que fluctuó entre 0,53 g y 5,37 g, ambos en especímenes hembras. (Baum & Vincent, 2005; Ortega-Salas & Reyes-Bustamante, 2006; Encomendero, 2009; Encomendero *et al.*, 2011; Chipana-Robles & Valle-Rubio, 2021) (Fig. 7).

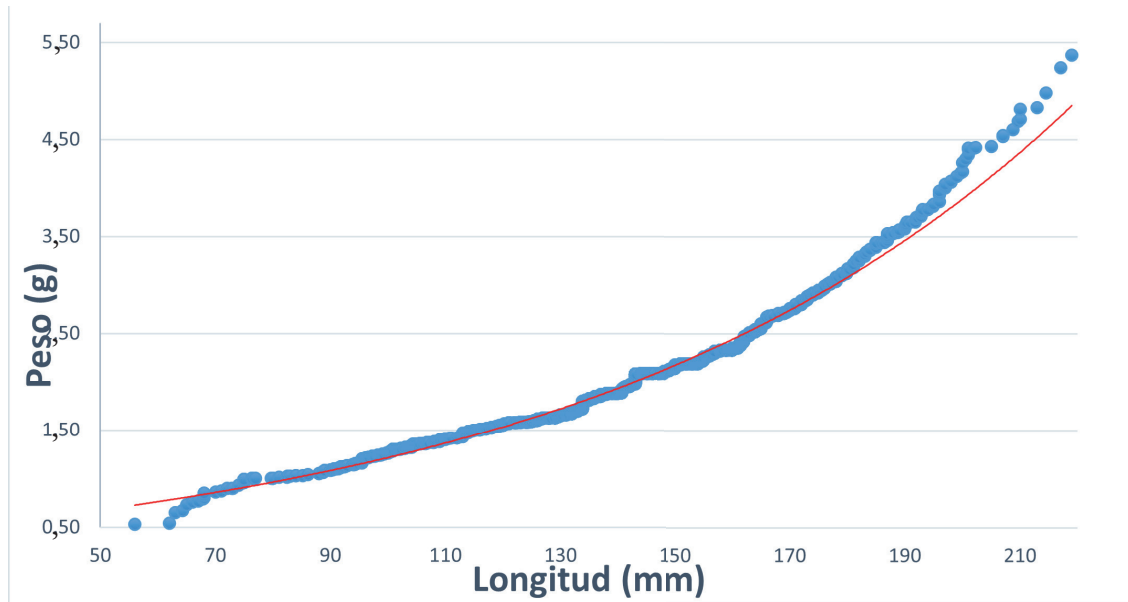


Figura 7. Proporcionalidad directa entre longitud total y peso en *Hippocampus ingens*.

Al realizar comparaciones de los parámetros morfométricos entre longitud total y dimorfismo sexual, se demostró que la longitud total es independiente del género, por lo que las diferencias entre hembras y machos

no fueron significativas (Bruckner *et al.*, 2005; Choo & Liew, 2006; Otero *et al.*, 2010; Chipana-Robles & Valle-Rubio, 2021) (Fig. 8).

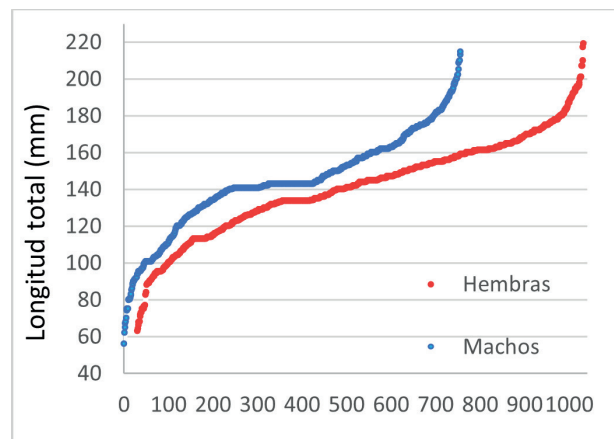


Figura 8. Relación entre longitud total y dimorfismo sexual no significativa en *Hippocampus ingens*.

Considerando que los caballitos de mar fueron capturados y deshidratados antes de llegar a su máximo desarrollo, en esta investigación obtuvimos ejemplares con una talla máxima de 21,9 cm. Según referencia bibliográfica, los

tamaños de 12 a 21,5 cm son especímenes que deben tener entre 3 a 5 años, es por ello que se deduce que el ejemplar más longevo de nuestros *H. ingens* alcanzó los cinco años de edad. Las tallas mayores pueden llegar

hasta un máximo de 31 cm y algunos autores manifiestan que los especímenes más grandes son los que ocupan profundidades mayores (Baum & Vincent, 2005; Ortega-Salas & Reyes-Bustamante, 2006; Lourie *et al.*, 2016).

Los resultados observados para diferenciar juveniles de adultos se refirieron a la longitud total mínima evaluada

que correspondió a 56 mm, tomando en cuenta la madurez sexual como un factor a partir del cual el caballito de mar es adulto con reporte de registro de 54 mm (Lourie *et al.*, 2004; Foster, 2008) por lo que establecimos que todos los especímenes evaluados fueron catalogados como adultos. La talla es un mejor predictor de madurez sexual que la edad en los caballitos de mar (Foster *et al.*, 2014) (Fig. 9).

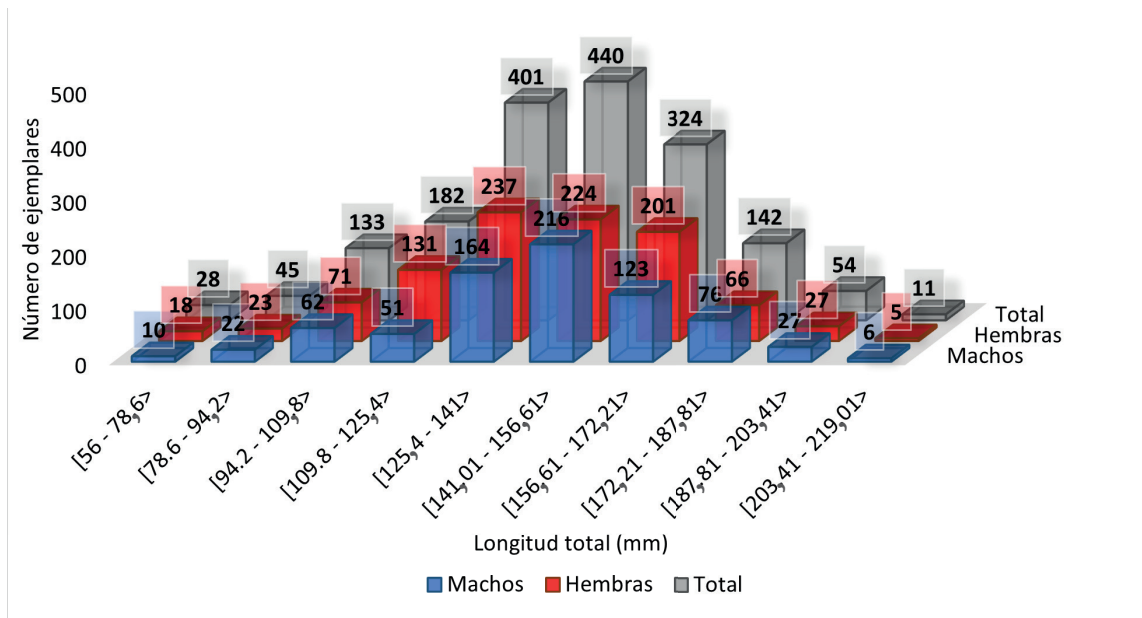


Figura 9. Distribución de tallas de captura de los especímenes evaluados de *Hippocampus ingens*.

Las proporciones del cuerpo del caballito de mar cambian a través del tiempo (Lourie *et al.*, 2004), por lo que es importante considerar otras medidas morfométricas, tales como la longitud de la cabeza y la longitud del hocico (Otero *et al.*, 2010). La diferenciación de los valores

promedio de las medidas de cabeza y hocico obtenidos para machos y hembras no fueron significativos y se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos biométricos registrados de un total de 1760 *Hippocampus ingens* “caballito de mar”. μ = promedio. σ = desviación estándar.

Dimorfismo	Longitud de cabeza (mm)				Longitud del hocico (mm)			
	Máximo	Mínimo	μ	σ	Máximo	Mínimo	μ	σ
Machos	41,1	19,2	28,28	4,64	30,7	5,9	12,76	4,06
Hembras	50	15,95	28,55	4,85	31,52	6,3	12,29	4,71

Es así que, el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 14: “Vida submarina” busca proteger los ecosistemas marinos y costeros, poner fin a prácticas insostenibles e ilegales de pesca, promover la investigación científica en materia de tecnología marina, entre otros, evitando la depredación, el comercio ilegal y posible extinción de la

población de *H. ingens* en el ecosistema marino-costero peruano (ONU, 2015).

Se espera que esta investigación genere alternativas de solución para la conservación de *H. ingens* “caballito de mar” como el desarrollo de la acuicultura; el manejo

de las poblaciones silvestres y al conocer la estructura poblacional, predecir su viabilidad en el futuro para mejorar los esfuerzos de conservación de esta especie amenazada, con la finalidad de servir como instrumento para la educación ambiental.

En conclusión, todos los especímenes evaluados de *H. ingens* “caballito de mar” fueron adultos, la mayor proporción encontrada en el dimorfismo sexual se refiere a la dominancia de las hembras en relación con los machos. El promedio del número de anillos en el tronco fue de 11 y en la cola se evidenció una relación directa entre el número de anillos y la longitud total del espécimen. Existe proporcionalidad directa entre el peso y talla de captura de los caballitos de mar y no existe diferencia significativa entre la longitud total y dimorfismo sexual, peso y dimorfismo sexual, así como entre los parámetros morfométricos de longitud total, longitud hocico, longitud de cabeza, longitud del tronco y longitud de cola, entre hembras y machos.

Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

FMMI = Flor de María Madrid Ibarra

AAR = Ariana Acosta Reyna

NPD = Noelany Perales Del Àguila

OLI = Orlando López Illanes

Conceptualization:

Data curation: FMMI, AAR, OLI, NPA

Formal Analysis: FMMI, AAR, OLI, NPD

Funding acquisition: FMMI

Investigation: FMMI, AAR, OLI, NPD

Methodology: FMMI

Project administration: FMMI

Resources: FMMI

Software: FMMI, AAR, OPLI, NPD

Supervision: FMMI

Validation: FMMI, AAR, OLI, NPD

Visualization: FMMI, AAR, OLI, NPD

Writing – original draft: FMMI, AAR, OLI, NPD

Writing – review & editing: FMMI, AAR, OLI, NPD

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Ministerio de la Producción por la donación de los caballitos de mar, a la Universidad Ricardo

Palma, Lima, Perú por la oportunidad de desarrollar esta investigación y a los estudiantes del curso de Ecología 2022-II por su colaboración, esfuerzo y dedicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro-Shigueto, J., Alfaro-Cordova, E., & Mangel, J. C. (2022). Review of threats to the Pacific seahorse *Hippocampus ingens* (Girard 1858) in Peru. *Journal of Fish Biology*, 100(6), 1327–1334.

Alzamora, A., Concha, N., Valdivieso, E., Torres, C., Iannacone, J., & Alvaríño, L. (2017). Morfometría y merística del caballito de mar *Hippocampus ingens* Girard, 1858 (Teleostei: Syngnathidae) de la costa noroccidental de Perú. *Libro de resúmenes ECI i 2017* p. 83. <https://eciperu.net/wp-content/uploads/2017/07/libro-de-resumenes-del-eci-2017-de-invierno5.pdf>

Baum, J. K., & Vincent, A. C. J. (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, Mexico. *Journal of Fish Biology*, 92, 1207–1210.

Bruckner, A.W., Field, J.D., & Daves, N. (Eds.). (2005). *The Proceedings of the International Workshop on CITES Implementation for Seahorse Conservation and Trade*. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR. <https://citeserx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=ba16abf921d19e73fa5572d7799371a8f988d3ce>

Bruner, E., & Bartolino, V. (2008). Morphological variation in the seahorse vertebral system. *International Journal of Morphology*, 26, 247–262.

Chipana-Robles, S., & Valle-Rubio, S. (2021). Estadios, Proporción sexual y talla de captura de *Hippocampus ingens* Girard, 1858 (Syngnathiformes: Syngnathidae) a partir de una muestra incautada en Perú. *The Biologist (Lima)*, 19, 175–185. _

Choo, C. K., & Liew, H. C. (2006). Morphological development and allometric growth patterns in

- the juvenile seahorse *Hippocampus kuda* Bleeker. *Journal of Fish Biology*, 69, 426–445.
- Corona-Rojas, D. (2015). *Descripción histológica de juveniles del caballito del pacífico (Hippocampus ingens) Girard, 1858*. [Tesis de postgrado] Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Corona-Rojas, D., Peña, R., Rodríguez-Jaramillo, C., Tovar-Ramírez, D., & Hinojosa-Baltazar, P. (2021). Histological structure of the digestive tract and digestive enzymatic activity of juvenile pacific seahorse (*Hippocampus ingens*). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49, 565–575.
- Encomendero, E. L. (2009). ¿Por qué investigar el caballito de mar, *Hippocampus ingens*, Girard, 1858?. *Pueblo Continente*, 20, 393–397.
- Encomendero, E., Merino, J., Vásquez, A., & Azañero, F. (2011). Fecundidad, supervivencia y crecimiento del caballito de mar *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathiade), en condiciones de laboratorio. *Pueblo Continente*, 22, 159–165.
- Foster, S. J., & Vincent, A. C. J. (2004). Life history and ecology of seahorses: Implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology*, 65, 1–61.
- Foster, S. (2008). Case Study: *Hippocampus* spp. Project Seahorse. *The University of British Columbia*. https://cites.org/sites/default/files/ndf_material/WG8-CS4.pdf
- Foster, S.J., Wiswedel, S., & Vincent, A. (2014). Opportunities and challenges for analysis of wildlife trade using CITES data – seahorses as a case study. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26, 154–172.
- García, L.A. (2017). *Efecto de diferentes factores ambientales en la respuesta reproductiva del caballo de mar Hippocampus erectus (Perry, 1810)*. [Tesis de maestría] Instituto Tecnológico de Boca del Río.
- IUCN (The IUCN Red List of Threatened Species). (2017). *Hippocampus ingens*. <https://www.iucnredlist.org/es/species/10072/54905720>
- Koning, S., & Hoeksema, B. W. (2021). Diversity of Seahorse species (*Hippocampus* spp.) in the International Aquarium Trade. *Diversity*, 13(187), 1–37.
- López, G. (2019). *Análisis de la cría en cautiverio, aprovechamiento y comercio de caballitos de mar (Hippocampus spp.) y oportunidades para fortalecer la implementación de la CITES en México*. (Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. XA007). Ciudad de México. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/planeta/cites/files/Fichas_info_caballito_web_SGA.pdf
- Lourie, S. A., Foster, S. J., Cooper, E., & Vincent, A. C. (2004). *A Guide to the Identification of Seahorses*. University of British Columbia and World Wildlife Fund. <https://www.hippocampus-institute.org/wp-content/uploads/2019/02/bibliography-2004-Seahorse-ID-Guide.pdf>
- 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, 1–66.
- Marín, A., Alfaro, R., Villegas-Llerena, C., Reyes-Flores, L. E., Alvarez-Jaque, I. B., Robles, C., Ingar, C., Yzásiga-Barrera, C. G., Calado, L. L., & Zelada-Mázmela, E. (2021). Molecular tools against the illegal exploitation of the threatened Pacific Seahorse *Hippocampus ingens* Girard, 1858. *Journal for Nature Conservation*, 62, 126030. _____
- Mones, J., & Puello, A. C. (2011). *Evaluación del copépodo Pseudodiaptomus euryhalinus como alimento vivo en juveniles de caballito de mar Hippocampus ingens (Girard, 1858)* [Tesis de maestría] Repositorio Institucional del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1006/191>
- Morgan, S., & Bull, C. (2005). *Potential techniques for marking and tagging seahorses*. Project Seahorse, Fisheries Centre, University of British Columbia. https://static1.squarespace.com/static/55930a68e4b08369d02136a7/t/5602f66e4b08b574e8f5d80/1443034734928/Tagging-Seahorses_Full_0.pdf
- Naciones Unidas - ONU (2015). *Objetivo de Desarrollo Sostenible 14: Vida submarina*. <https://peru.un.org/es/sdgs/14/key-activities>

- Ortega-Salas, A. A., & Reyes-Bustamante, H. (2006). Fecundity, survival, and growth of the seahorse *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathidae) under semi-controlled conditions. *Revista de Biología Tropical*, *54*, 1099.
- Ortiz-Aguirre, I., Rangel-Dávalos, C., & Pacheco-Vega, J. M. (2018). Effect of food enrichment on the survival of *Hippocampus ingens* Girard, 1858 alevine under semicontrolled conditions. *CICIMAR Océánides*, *33*, 25–32.
- Otero, F.F., Molina, J., Socorro, J., Herrera, R., Fernández, P.H., & Izquierdo, S. (2010). Live prey feeding regimes for short snouted seahorse *Hippocampus hippocampus* (Linnaeus, 1758) juveniles. *Aquaculture Research*, *41*, e8–e19.
- Perry, A. L., Lunn, K. E., & Vincent, A. C. J. (2010). Fisheries, large-scale trade, and conservation of seahorses in Malaysia and Thailand. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *20*, 464–475.
- Singh, A.P., Saxena, J., Srivastava, R.K., Trivedi, A.P., & Ratn, A. (2022). Comparative analysis of morphometrics of fish species from river Ganga and Gomti of Uttar Pradesh (India). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, *10*, 119–123.
- Teixeira, R. L., & Musick, J. A. (2001). Reproduction and food habits of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* (Teleostei: Syngnathidae) of Chesapeake Bay, Virginia. *Brazilian Journal of Biology*, *61*, 79–90.
- Vincent, A.C.J. (1996). *The International Trade in Seahorses*. In TRAFFIC International. http://www.trafficj.org/publication/96_International_Trade_Seahorse.pdf
- 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.
- Wang, X., Zhong, H., Guo, J., & Hou, F. (2020). Morphology and molecular identification of the zoological origin of medicinal seahorses in Chinese herbal markets. *Mitochondrial DNA Part A: DNA Mapping, Sequencing, and Analysis*, *31*, 335–345.
- Wilson, A. B., Ahnesjö, I., Vincent, A. C. J., & Meyer, A. (2003). The dynamics of male brooding, mating patterns, and sex roles in pipefishes and seahorses (Family Syngnathidae). *Evolution*, *57*, 1374.
- 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 January 30, 2023.

Accepted April 11, 2023.