

Caracterización de las poblaciones de caballitos de mar en diferentes zonas de la costa norte de las regiones occidental y central de Cuba

Characterization of seahorse populations in different areas in the north coast in the western and central regions of Cuba

Lourdes Pastor Gutiérrez^{1*}, Daril de la Nuez Hernández¹, Raúl Igor Corrada Wong¹, Yuliet Piloto Cubero¹ y Alejandro Pérez Angulo¹

RESUMEN

Los caballitos de mar son peces ornamentales de gran interés para las exhibiciones en el Acuario Nacional de Cuba, por lo que se propuso valorar el estado actual de las poblaciones naturales de las especies *Hippocampus reidi* (Ginsburg, 1933) e *Hippocampus erectus* (Perry, 1810) en diferentes zonas de la costa norte de las regiones occidental y central de la isla. Se llevaron a cabo censos visuales mediante buceo libre, utilizando el método de transectos lineales, entre marzo del 2007 y marzo del 2010. Para la comparación de medias se aplicaron las pruebas de Kruskal Wallis y U de Mann-Whitney. La mayor densidad se encontró en las estructuras artificiales de las estaciones de Barracuda y Caleta, probablemente debido a la gran cantidad de sitios de anclaje presentes y la eutrofización. No se reportaron diferencias en esta variable entre las épocas de lluvia y seca para ninguna de las dos especies. *H. reidi* fue la especie más abundante y la de mayor distribución. Aunque la densidad de individuos de hipocampos suele ser baja, es posible que la marcada escasez de ejemplares de *H. erectus* en este caso se deba al método de muestreo (profundidad máxima de 2 metros). Los machos de ambas especies fueron mayores que las hembras. *H. reidi* se reprodujo todo el año y la proporción sexual registrada fue muy similar a la proporción 1:1, mientras que en *H. erectus* esta variable fue diferente a la esperada. Las macroalgas del género *Caulerpa* fueron los sustratos más utilizados por ambas especies.

Palabras claves: *Hippocampus reidi*, *Hippocampus erectus*, caballito de mar, densidad, Cuba.

ABSTRACT

Seahorses are ornamental fish of great interest for exhibits in the Cuban National Aquarium; therefore, the current state of natural populations of the species *Hippocampus reidi* (Ginsburg, 1933) and *Hippocampus erectus* (Perry, 1810) was assessed in different areas in the north coast of western and central regions in Cuba. Visual censuses were conducted by free diving, using the linear transects method, between March 2007 and March 2010. Means were compared using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests. The largest densities were found in the artificial structures in the Barracuda and Caleta stations, probably due to the large number of anchor sites and eutrophication. No differences were recorded in this variable for either species between the rainy and dry seasons. *H. reidi* was the most abundant species and the most widely distributed. Although the density of seahorse individuals is generally low, the marked shortage of *H. erectus* specimens may have been due to the sampling method (maximum depth 2 meters). There were more males than females in both species. *H. reidi* reproduced all year long and the sexual ratio recorded was very similar to 1:1 ratio, while, in *H. erectus*, this variable was different than expected. Macroalgae of the genus *Caulerpa* was the substrate most widely used by both species.

Keywords: *Hippocampus reidi*, *Hippocampus erectus*, seahorse, density, Cuba.

¹ Acuario Nacional de Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Ave. 1ra. No. 6024. Miramar. Playa. La Habana CP 11300 Cuba. lourdesp@acuaronacional.cu*

Recibido: 1 de agosto de 2015

Corregido: 9 de noviembre de 2016

Aceptado: 16 de noviembre de 2016

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.9-1.2>



Licencia Creative Commons
Atribución No Comercial
Compartir Igual 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

Los caballitos de mar (género *Hippocampus*) son peces muy peculiares por las características morfológicas que exhiben. Debido a su valor en la medicina tradicional asiática y como especie ornamental, son víctimas frecuentes del comercio internacional (Vincent, 1995; Loh *et al.* 2016). Todo ello, junto con la degradación de sus hábitats, la captura indiscriminada para artesanías, el uso de artes de pesca poco selectivas y los cambios climáticos han provocado una declinación de sus poblaciones (Yasué *et al.* 2015; Harasti, 2016). Por esta razón, desde el año 2004 todas las especies del género *Hippocampus* están incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2004) y en la Lista Roja de especies amenazadas (UICN, 2009).

De las 41 especies de caballitos de mar reconocidas como válidas por Lourie *et al.* (2016), en Cuba solo se han encontrado dos especies: *Hippocampus erectus* (Perry, 1810) e *Hippocampus reidi* (Ginsburg, 1933), las cuales desde el año 2011 están incluidas en el Apéndice II de la Resolución No. 160/2011 sobre Regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica en Cuba (Gaceta Oficial de la República de Cuba, 2011).

A partir de las consideraciones anteriores, el Acuario Nacional ha implementado un programa de

investigaciones para determinar la abundancia de las poblaciones de caballitos de mar (Pastor *et al.* 2011), la ecología de estas especies (de la Nuez *et al.* 2016) y las técnicas para su reproducción en cautiverio con miras a recuperar sus poblaciones. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar las poblaciones de caballitos de mar en diferentes zonas de la costa norte de las regiones central y occidental de Cuba, determinando aspectos importantes de su ecología como: densidad, proporción sexual, período reproductivo, composición de los grupos y principales sustratos de apoyo, que nos ayuden a trazar estrategias integrales de manejo y protección para estas especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron 11 estaciones ubicadas en la costa norte de las regiones central y occidental de Cuba (Fig. 1): Las Cuarenta (Bahía de Cabaña), El Casino (Santa Fe), Santa Ana (Bajo), Barracuda y Caleta (Varadero), Refugio, Cerco, Cayo Francés y Marina Periquillo (Caibarién), Playa Flamenco y Canalizo de los Perros (Cayo Coco).

Se realizaron censos visuales entre las 8 y las 10 de la mañana, mediante buceo en apnea, a una profundidad que osciló entre 1 y 2 m, que era la máxima en los diferentes biotopos estudiados. Se hicieron transectos de 20 m de largo por 1 m de ancho como modificación de la metodología propuesta por Curtis *et al.* (2004). El número de transectos varió por estaciones de acuerdo con



Fig. 1. Ubicación de las estaciones en la costa norte de las regiones occidental y central de Cuba. 1: Las Cuarenta; 2: Santa Ana y El Casino; 3: Barracuda y Caleta; 4: Refugio; 5: Cerco, Cayo Francés y Marina Periquillo; 6: Playa Flamenco y Canalizo de los Perros

las características geográficas de cada localidad (Cuadro 1). Los muestreos se efectuaron entre marzo del 2007 y marzo del 2010. Se realizaron tres muestreos en época de lluvia y tres en época de seca, con excepción de la estación de Barracuda, donde se realizaron cuatro en cada época.

A los individuos recolectados se les determinó *in situ*: la especie según Lourie *et al.* (1999), el sexo, la gravidez o no del macho y el largo total (LT) desde el surco medio de la corona hasta el extremo de la cola, con una regla graduada en centímetros (error 0,1 cm). Todos los individuos menores de 6 cm de longitud total

(LT) se consideraron indiferenciados. Además, se anotaron el color y el tamaño del grupo, igualmente se identificó el tipo de sustrato en que se encontró cada individuo.

Se determinaron algunos parámetros fisicoquímicos del agua como temperatura y salinidad. La temperatura se midió con un termómetro (*in situ*), mientras que la salinidad se determinó con un refractómetro de 1 unidad estándar de salinidad en el laboratorio.

Para el análisis estadístico de los datos solo se tomaron en cuenta aquellas estaciones donde se vieron más de tres individuos, por lo que no se incluyen las zonas de Canalizo de los Perros

Cuadro 1. Datos poblacionales de *H. reidi* por estaciones. N: número de individuos; n: número de transectos; M.H: proporción sexual; Media±intervalo de confianza (rango); LT: Largo Total y entre paréntesis aparece el rango, H: hembra, M: macho; U: prueba de Mann-Whitney para el LT y para la densidad en época de lluvia y seca

Table 1. Population data for *H. reidi* per station. N: number of individuals; n: number of transects; M.H: sex ratio (male and female), mean ± confidence interval; LT: Total length (range between parentheses), H: female, M: male U: Mann-Whitney test for TL and for density in rainy and dry seasons

Estación	N (n)	M:H	Densidad media ind/m ²	Prueba U: seca/lluvia	LT (cm)	LT (M)	LT (H)	Prueba U: MxH (LT)
Las Cuarenta (B. Cabaña)	20 (128)	0.9:1 X ² =0.00 P<0.9	0.0078±0.0018 (0-0.0156±0.0075)	(U _{64,64} =1787 P=0.04)	7.25 (4-11)	8.4 (6-11)	7.7 (6.2-9.8)	U=8 P<0.04
Santa Ana	20 (60)	1.8:1 X ² =0.94 P<0.5	0.0175±0.0031 (0.01-0.023±0.0082)	(U _{30,30} =435 P=0.79)	11.5 (4.9-15.2)	13.7 (12-15.2)	10.4 (6.9-11.5)	U=5.5 P<0.05
El Casino (Santa Fe)	19 (110)	0.5:1 X ² =1.39 P<0.3	0.0086±0.0019 (0-0.025±0.0083)	(U _{60,50} =1241.5 P=0.015)	10.4 (5.6-15)	12.3 (11.1-15)	9.9 (8-13)	U=14 P<0.04
Barracuda (Varadero)	329 (306)	0.5:1 X ² 0.36 P<0.7	0.053±0.0036 (0.0206-0.11183±0.0132)	(U _{136,170} =9587 P=0.0000)	10.3 (2.9-17.3)	12.5 (6-17.3)	10.4 (6-15.8)	U=1199 P<0.05
Caleta (Varadero)	158 (170)	0.5:1 X ² =11.52 P<0.01	0.0422±0.0041 (0.0088-0.094±0.0218)	(U _{119,160} =3387 P=0.026)	9.4 (2.8-18.3)	11.6 (6.2-18.3)	9.5 (6.2-16.1)	U=5254 P<0.05
Cerco (Caibarién)	10 (60)	0.3:1 X ² =1.13 P<0.5	0.100±0.0038 (0-0.045±0.0138)	(U _{20,30} =195 P=0.0005)	6.7 (3-10.2)	7.9 8.9	9 (7.6-10.2)	
Refugio (Caibarién)	4 (60)		0.0004±0.0010 (0-0.003±0.0007)		6.7 (4.3-14)		14	
Cayo Francés (Caibarién)	3 (30)				4.3 (3.6-5)			
Marina Periquillo (Caibarién)	1 (20)					13.2		
Playa Flamenco (Cayo Coco)	4 (165)		0.0027±0.0013 (0-0.006±0.0045)		5.1 (4-6.2)		6.2	
Canalizo de los Perros (B. de los Perros)	1 (20)						6.5	

(Cayo Coco) y las estaciones de Marina Periquillo y Cayo Francés (Caibarién).

Para verificar la distribución normal de los datos se usó la prueba Kolmogorov-Smirnov con el programa Statistica 6.0 (StatSoft, 2002) y para comprobar la homogeneidad de varianza de estos se empleó la prueba de Levene. Como los datos no cumplieron con estos requisitos se emplearon análisis estadísticos no paramétricos.

Los análisis de densidad, talla y reproducción se hicieron para cada especie en general, por estaciones y épocas del año. Para la comparación de medias se aplicaron las pruebas de Kruskal Wallis y U de Mann-Whitney. Como pruebas de comparación múltiple de medias se aplicaron las pruebas Dunn (Zar, 1996), mediante el programa GraphPadInStat y el Post-hoc del programa Statistica versión 6.0 (StatSoft, 2002) para pruebas no paramétricas. Se aplicó la prueba Chi Cuadrado (Zar, 1996) para determinar las diferencias entre la proporción sexual esperada 1:1 (Lourie *et al.* 1999) y la observada por especies y por estaciones. Las diferencias estadísticas fueron consideradas con un nivel de significación del 95% ($\alpha = 0.05$).

Los sustratos utilizados por las especies *H. reidi* e *H. erectus* fueron identificados hasta el taxón más bajo posible con la ayuda de un especialista. También se analizó la frecuencia de utilización de cada sustrato por ambas especies.

RESULTADOS

Se encontró un total de 607 individuos, de ellos 569 fueron de la

especie *H. reidi*, y 38 de la especie *H. erectus*, por lo que *H. reidi* representó el 93.7% del total.

Del total de individuos de *H. reidi*, 252 fueron hembras (44.3%), 215 machos (37.8%) y 102 indiferenciados (18%). La proporción sexual fue de 0.9:1 ($\chi^2 = 2.64$ $P < 0.3$), similar a la esperada. El largo total medio (LT) fue de 9.8 ± 0.2 cm (rango de 2.4-18.3 cm), y se encontraron diferencias significativas entre las estaciones con H (5, N=558) = 37.4 $P < 0.01$ (Fig. 2).

Los individuos de mayor talla aparecieron en la estación del Bajo de Santa Ana, como se muestra en la Figura 2, esto puede estar relacionado con la abundancia de alimento en el lugar, debido a que es una zona estuarina cercana a la desembocadura del río del mismo nombre, donde la entrada de nutrientes hace que la productividad biológica sea elevada.

H. reidi se encontró en ambientes estuarinos, playas de arena, pastos marinos, manglar sumergido y estructuras artificiales de un canal, en un rango de temperatura entre 19 y 31°C ($25.1 \pm 0.4^\circ\text{C}$) y en un rango de salinidad de 10-39 PSU (33.3 ± 0.9 PSU).

Las hembras tuvieron un LT medio de 9.9 ± 0.2 (rango de 6-16.1 cm), para los machos fue de 12.2 ± 0.2 cm (rango de 6-18.3 cm) y para los indiferenciados fue de 4.5 ± 0.1 (rango de 2.4-5.9 cm). Los machos fueron más grandes que las hembras U=14566 $P < 0.01$.

La cantidad de individuos grávidos fue baja con respecto al total de machos (11%), aunque aparecieron en todos los meses.

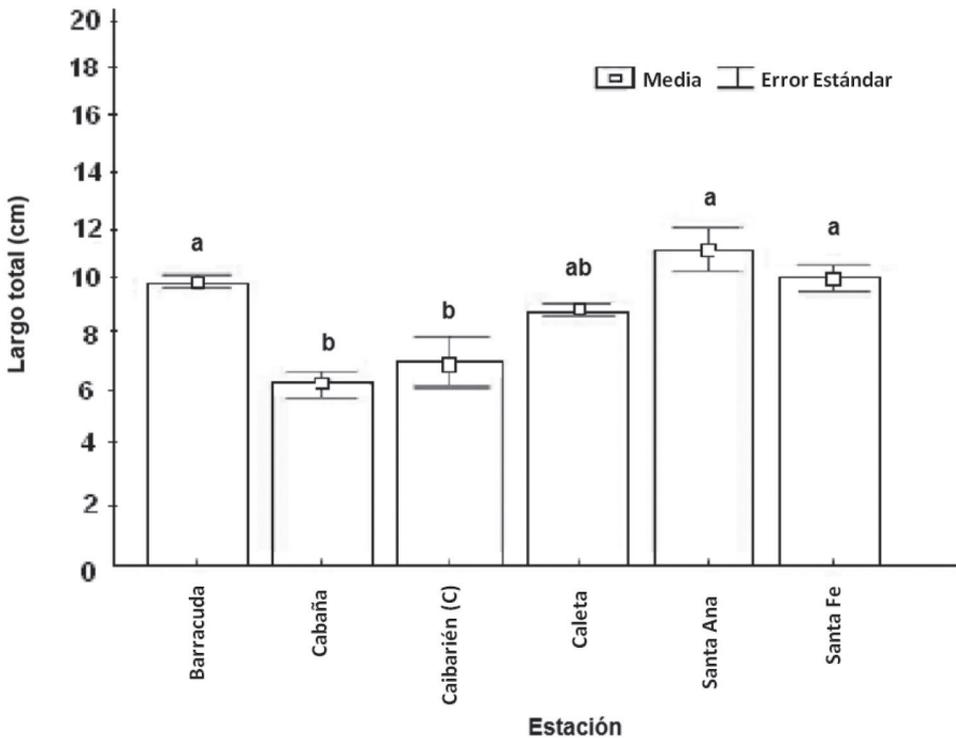


Fig. 2. Largo total de *H. reidi* por estaciones. (C): Caibarién Cerco. Las letras indican el resultado de la prueba Dunn con significación de 0.05

Fig. 2. Total length of *H. reidi* per station. (C): Caibarién Cerco. Letters indicate results of the Dunn's test with a 0.05 significance level

No fue posible determinar un pico reproductivo, pero la mayor cantidad de individuos grávidos se encontró en los meses de abril y junio, con una talla media de 12.5 ± 0.5 (rango de 6.8-15.4 cm).

En relación con la conducta social de la especie, el 97.5% de los individuos se reportaron solos. Solamente en la estación de Barracuda aparecieron 7 parejas, de las cuales 4 estaban realizando el cortejo. El tamaño del grupo fue de 2 individuos. Se encontraron peces de colores amarillo, naranja, rojo, negro y pardo, con predominio del color amarillo.

Densidad y utilización de los componentes del hábitat

La densidad media de la especie *H. reidi* fue de 0.0306 ± 0.0017 ind/m² y se encontraron diferencias significativas entre las estaciones con $H(7, N=966) = 200.5$ $P < 0.01$. Como se observa en la Figura 3, la mayor densidad se obtuvo en la estación de Barracuda (0.053 ± 0.0036 ind/m²) y la menor en el Refugio (R) Caibarién (0.0004 ± 0.0010 ind/m²). La densidad en época de lluvia fue similar a la de época de seca ($U=102\ 522$ $P=0.56$).

H. reidi utilizó 15 sustratos de apoyo (n=569), resultando la

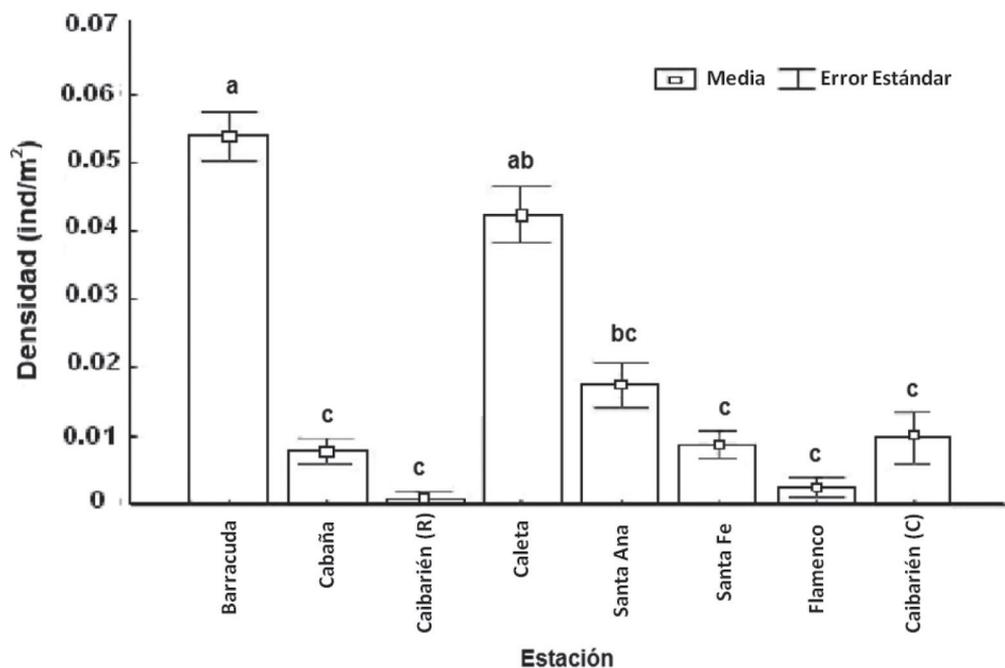


Fig. 3. Densidad media de *H. reidi* por estaciones. (R): Caibarién Refugio, (C): Caibarién Cerco. Las letras indican el resultado de la prueba Dunn con significación de 0.05

Fig. 3. Mean density of *H. reidi* per station. (R): Caibarién Refugio, (C): Caibarién Cerco. Letters indicate results of the Dunn's test with a 0.05 significance level

macroalga *Caulerpa racemosa*, la de mayor frecuencia con 36.5% del total (n=209), seguidas por *Caulerpa sertularioides* (S.G. Gmelin) M.A. Howe (28%) y *Caulerpa pusilla* (12%). Otros sustratos también utilizados fueron: el poliqueto tubícola *Sabellastarte magnifica* (8%), las raíces de mangle rojo *Rhizophora mangle* (Linnaeus, 1753) (5%), las esponjas *Dysidea etheria* y *Tedania ignis*, las macroalgas *Halimeda opuntia* (Linnaeus) J. V. Lamouroux, *Dictyota sp.*, y *Dictyopteris sp.*, la fanerógama marina *Thalassia testudinum*, el bivalvo *Isognomon alatus* (Gmelin, 1791), ascidias, briozoos y el coral *Porites porites*.

Los datos poblacionales de la especie *H. reidi*, por estaciones, se presentan en el Cuadro 1. Como se puede observar, en Playa Caleta la proporción sexual fue de 0.5:1 ($X^2=11.52$ $P<0.01$) con un mayor número de hembras que de machos, en el resto de las estaciones no hubo diferencias. Los machos fueron mayores que las hembras en todas las estaciones (Cuadro 1).

La densidad poblacional de la especie por estaciones fue baja, con valores entre 0.0004 ind/m² y 0.053 ind/m² y se encontraron diferencias significativas en la densidad de las épocas de lluvia y seca en las estaciones de Las Cuarenta, El Casino, Refugio

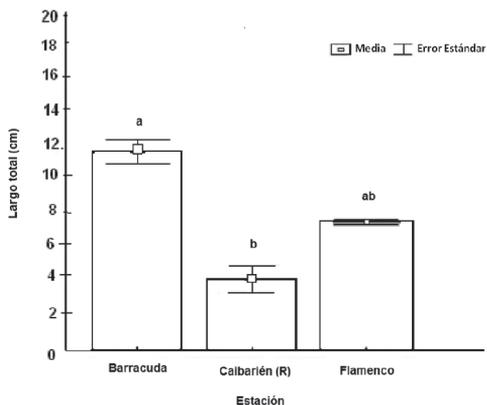


Fig. 4. Largo total de *H. erectus* por estaciones. (R): Caibarién Refugio. Las letras indican el resultado de la prueba Dunn con significación de 0.05

Fig. 4. Total length of *H. erectus* per station. (R): Caibarién Refugio. Letters indicate results of the Dunn's test with a 0.05 significance level

y Cerco, donde la densidad en época de lluvia fue significativamente mayor que la de seca (Cuadro 1).

Se encontraron 38 individuos de la especie *H. erectus*, de ellos 26 fueron machos (68%), 7 hembras (18%) y 5 indiferenciados (13%). La proporción sexual fue de 3.7:1 ($X^2_c=9.82 P<0.01$). El largo total medio (LT) de los individuos fue de 10.6 ± 0.7 cm (rango de 2.7-18 cm) y se registraron diferencias significativas entre las estaciones con $H(2, N=35)=12.9 P<0.01$, donde los individuos más grandes aparecieron en la estación de Barracuda (Fig. 4).

Esta especie solo se encontró en ambientes netamente marinos, en especial en playas de arena y estructuras artificiales de un canal que tiene salida al mar, en un rango de temperatura

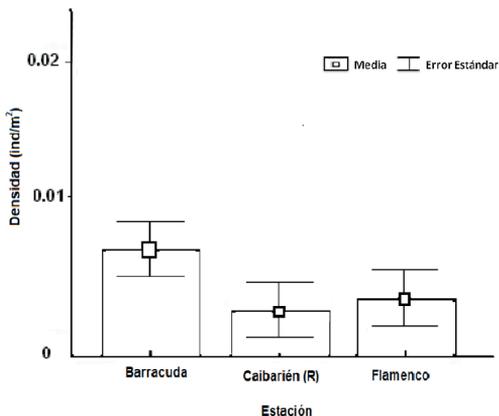


Fig. 5. Densidad media de *H. erectus* por estaciones. (R): Caibarién Refugio

Fig. 5. Mean density of *H. erectus* per station. (R): Caibarién Refugio

entre 19 y 30°C ($24.6.1\pm0.7^\circ\text{C}$) y en un rango de salinidad entre 14 y 40 PSU (34.7 ± 1.7 PSU), reafirmando su carácter eurihalino de tolerar amplios rangos de salinidad. Las hembras tuvieron un LT de 8.4 ± 0.6 (rango de 6.8-10.5 cm), para los machos fue de 12.6 ± 0.6 cm (rango de 6.5-18 cm) y para los indiferenciados fue de 4.6 ± 0.5 (rango de 2.7-5.6 cm). Los machos mostraron mayor talla que las hembras $U=27.5 P<0.01$.

La cantidad de individuos grávidos encontrados en esta especie representó el 38% del total de machos, con una talla media de 13.4 ± 0.8 (rango de 8-18 cm). Solo se registraron en los meses de febrero y octubre del 2008 y enero del 2009, por lo que no se pudo determinar el período reproductivo.

En relación con la conducta social de la especie se encontró que el 100% de los individuos estaban solos. Predominaron los especímenes de colores pardo oscuro y negro.

Cuadro 2. Datos poblacionales de *H. erectus* por estaciones. N: número de individuos, n: número de transectos; M:H: proporción sexual; Media \pm intervalo de confianza (rango); LT: Largo Total y entre paréntesis aparece el rango, H: hembra; M: macho; U: prueba de Mann-Whitney para el LT y para la densidad por época de lluvia y seca

Table 2. Population data for *H. erectus* per station. N: number of individuals, n: number of transects; M: H: sex ratio, mean \pm confidence interval; LT: Total length (range between parentheses), H: female, M: male; U: Mann-Whitney test for TL and for density in rainy and dry seasons

Estación	N (n)	M:H	Densidad media ind/m ²	Prueba U: Seca/lluvia	LT (cm)	LT (M)	LT (H)	Prueba U: MxH
El Casino	1 (110)						9	
Barracuda	26 (306)	7:01	0.0074 \pm 0.0015	(U _{119,51} =2700.0 P=0.05).	11.8	13.2	9.1	U=8
		X ² =12.04 P<0.01	(0.0029- 0.0265 \pm 0.0076)		(4.4-18)	(6.6-18)	(6.8-10.5)	P<0.04
Playa Caleta	2 (170)				14.2			
					(12.9-15.5)			
Playa Flamenco	6 (165)	1:01	0.0040 \pm 0.0018	(U _{45,30} =600 P=0.06).	7.6	7.7	7.5	
			(0-0.016 \pm 0.008)		(7-8.2)	(7.5-8)	(7-8.2)	
Refugio	3 (60)				4.1			
					(2.7-5.5)			

Densidad y utilización de los componentes del hábitat

La densidad media de la especie *H. erectus* fue de 0.0058 \pm 0.0010 ind/m². No se encontraron diferencias significativas entre las estaciones con H (2, N=295)= 3.9 P= 0.15, como se observa en la Figura 5. La densidad en época de lluvia fue similar a la de época de seca (U=9107.5 P=0.32).

H. erectus utilizó 6 sustratos para su anclaje (n=38), mostrando preferencia por las macroalgas: *Caulerpa sertularioides* (39.5%), *Caulerpa racemosa* (21%), *Penicillium sp.* (15%), ascidias (12%), briozoos (7%) y esponjas.

Los resultados de los datos poblacionales de la especie *H. erectus* por

estaciones se presentan en el Cuadro 2. Como se puede observar en Barracuda la proporción sexual fue de 7:1 (X²=12.04 P<0.01) con un mayor número de machos que de hembras, en el resto de las estaciones no hubo diferencias. Solo en la estación de Barracuda los machos fueron significativamente mayores que las hembras U=8 P<0.04 (Cuadro 2). No se encontraron diferencias significativas en la densidad de la especie en época de lluvia y en época de seca en ninguna de las estaciones, aunque los tres individuos que se registraron en Refugio fueron en época de lluvia.

DISCUSIÓN

En este estudio, la especie *H. reidi* resultó la más abundante en la costa norte

de las regiones occidental y central de Cuba. Esta especie fue la más abundante también en las costas norte y sur de Brasil según los estudios de Rosa *et al.* (2002) y Silveira (2011). Sin embargo, en el Golfo de México y las costas orientales de Estados Unidos, *H. reidi* es la menos abundante de las especies presentes (Bruckner *et al.* 2005).

Según Lourie *et al.* (2004), *H. reidi* tiene una amplia distribución vertical en un rango que oscila entre 15 y 55 m de profundidad; además, es común encontrarla en manglares, pastos marinos, algas, ostras, cnidarios, esponjas, tunica-dos, estructuras artificiales en estuarios, gorgonáceos y corales pétreos.

En Brasil se ha reportado la presencia de *H. reidi* desde 10 cm (Rosa *et al.* 2002) hasta 55 m de profundidad según Vari (1982). También ha sido confirmada su presencia a pocos metros de la superficie por Rosa *et al.* (2007) y Oliveria & Freret-Meurer (2012).

En Cuba, esta especie se ha encontrado entre 50 cm y 2.5 m de profundidad (Pastor *et al.* 2011), esto coincide con los resultados de este estudio.

H. reidi apareció en un rango de temperatura y salinidad mayor que el reportado por Freret-Meurer & Andreatta (2008), Mai & Gonzalo (2012), Ramineli & Silveira (2013) y menor que el registrado por Silveira (2005) y Pastor *et al.* (2011).

Se encontró una proporción sexual similar a la esperada (1:1), resultado que coincide con lo reportado por Mai & Rosa (2009), Pastor *et al.* (2011) y Ramineli (2012).

En general, los machos de *H. reidi* fueron mayores que las hembras, resul-

tados similares obtuvieron Dias (2002), Barros (2005) y Osório (2008), así como Bell *et al.* (2003) para la especie *H. capensis*, y Anderson (2012) para *H. erectus*. Según Foster & Vincent (2004), el dimorfismo sexual en cuanto al largo total es inusual en los caballitos de mar, aunque en algunos individuos las proporciones del cuerpo sí muestran algún grado de dimorfismo, por ejemplo, el macho presenta la cola mayor que las hembras.

La cantidad de individuos grávidos encontrados fue baja y menor que la registrada por Silveira (2005) y Rosa *et al.* (2007). La presencia de al menos un individuo grávido en todos los meses puede ser un indicador de que la especie se reproduce todo el año como lo reportan Mai & Rosa (2009) y Mai & Gonzalo (2012).

En este estudio no se encontró un pico reproductivo para *H. reidi*, aunque la mayor cantidad de machos grávidos apareció en los meses de abril y junio, coincidiendo con el final de la época de seca y principio de la época de lluvia, estos resultados coinciden con Pastor *et al.* (2011) en un estudio en el período 2004/2005 en las zonas de Las Cuarenta y El Casino.

En Brasil, Silveira (2005) encontró picos reproductivos para esta especie en los meses de junio y octubre, Rosa *et al.* (2007), en los meses de verano para el hemisferio sur (octubre a febrero), mientras que Mai & Gonzalo (2012) los reportan en mayo y noviembre, lo cual sugiere que las condiciones ambientales de cada sitio pueden influir en el período reproductivo de la especie.

La talla de diferenciación sexual, así como el menor macho maduro encontrado en este trabajo, que fueron de 6 y 7.2 cm de LT, respectivamente, fueron menores que los reportados por Mai & Rosa (2009) y Mai & Gonzalo (2012). Es posible que estas diferencias estén relacionadas con que estos autores analizaron un mayor número de individuos por sexo y clases de largo o con diferencias en el método de muestreo utilizado.

Se encontró un porcentaje alto de individuos solitarios (97.5%), con un valor superior al reportado por Rosa *et al.* (2007) y Mai & Rosa (2009), esto puede deberse a que dichos autores localizaron un mayor número de parejas que las registradas en este estudio.

Perante *et al.* (2002) plantean que, por lo general, las especies del género *Hippocampus* son encontradas en parejas relativamente alejadas unas de otras, pero que se mantienen estables debido en parte a la fidelidad que existe entre ellas y al pequeño espacio que utilizan para establecerse. En este estudio solo se localizaron 4 parejas en la estación de Barracuda, en el resto de las estaciones no aparecieron.

Pastor *et al.* (2011), en un estudio durante el período 2004/2005 en las estaciones de Las Cuarenta y El Casino, encontraron a todos los individuos de *H. reidi* solos, resultados similares reportaron Martin & Vincent (2005) para *H. abdominalis*.

En relación con los sustratos más utilizados por esta especie, no coinciden con Mai & Rosa (2009) y Ramineli & Silveira (2013), donde las

raíces de mangle blanco *Laguncularia racemosa*, de mangle rojo *Rhizophora mangle* y el alga parda *Sargassum* fueron los principales sustratos de apoyo. En este estudio, las macroalgas y, en especial, las del género *Caulerpa* fueron las más utilizadas para el anclaje de esta especie.

La densidad poblacional en general para *H. reidi* en la costa norte de Cuba fue baja, con valores que oscilaron entre 0.0004 ind/m² y 0.053 ind/m² y una media de 0.0306±0.0017 ind/m². Esto coincide con lo reportado por Foster & Vincent (2004), que plantean que los caballitos de mar presentan bajas densidades que pueden estar entre 0.006 y 1.1 individuos/m² de acuerdo con la especie.

Al comparar esta densidad con la reportada por otros autores, encontramos que fue mayor que la registrada por Arcos-Pulido & Gómez-Prieto (2004), Rosa *et al.* (2007), Osório (2008) y Pastor *et al.* (2011) y menor que la hallada por Freret-Meurer & Andreato (2008) y Mai & Rosa (2009) en diferentes zonas de Brasil.

El uso de estructuras artificiales como sustratos de anclaje o de apoyo se ha observado en algunas especies de *Hippocampus* (Foster & Vincent, 2004), y también se ha reportado para *H. reidi* por Dias & Rosa (2003) y Oliveira (2007), lo que sugiere una relativa plasticidad de esta especie en relación con modificaciones antrópicas en los ecosistemas costeros, aunque los hace más vulnerables a la explotación (Mai & Rosa, 2009).

En este estudio, las densidades más altas se obtuvieron en las estructuras

artificiales (muelle de hormigón y de madera) de las estaciones de Barracuda y Caleta, que están dentro de un canal con salida al mar (0.053 ± 0.0036 y 0.042 ± 0.0041 ind/m²), con valores superiores al encontrado por Pastor *et al.* (2011) en estructuras artificiales de El Casino, Santa Fe (0.0037 ind/m²) en el período 2004/2005, y menor que la registrada por Dias & Rosa (2003) en un muelle de madera (0.51 ind/m²) en Río Grande al noreste de Brasil.

Las estaciones de Barracuda y Caleta están próximas a la Bahía de Cárdenas en la provincia de Matanzas, por lo que el constante aporte de nutrientes provenientes de ella y de los desagües de albañales que existen en el lugar, han provocado niveles de eutrofización que han estimulado el desarrollo de abundantes especies de macroalgas, así como especies sésiles filtradoras como esponjas, bivalvos, poliquetos tubícolas, ascidias, briozoos, entre otros organismos que se encuentran asociados a las paredes y pilotes de los muelles y que brindan amplias oportunidades para el anclaje, el camuflaje y la alimentación de los caballitos. Las aguas eutrofizadas han favorecido también la presencia de caballitos de mar en el mar Piccolo di Taranto, en Italia, debido al incremento de las poblaciones de crustáceos, presas potenciales de estos peces, según sugieren Gristina *et al.* (2015).

Rosa *et al.* (2007) encontraron que la disponibilidad de hábitats parece influir en la abundancia y distribución espacial de la especie *H. reidi*, sugerida por el uso de briozoos y macroalgas

abundantes en las estaciones de la costa sur de Brasil, mientras que las raíces de mangle lo fueron en las estaciones de la costa norte. Según Aylesworth *et al.* (2015), en un estudio sobre preferencia de hábitats de esta misma especie, fueron precisamente la abundancia de sitios de anclaje, así como la poca profundidad y las temperaturas cálidas en el agua, las variables más importantes para predecir la presencia de los hipocampos en los estuarios tropicales.

Es posible que la gran diversidad de macroalgas e invertebrados sésiles presentes en las estaciones de Barracuda y Caleta también favorezcan los patrones de coloración de los individuos, donde se encontraron especímenes amarillos, naranjas, rojos, negros, marrones, pardos claros y oscuros a diferencia del resto de las estaciones, donde solo aparecieron individuos pardos claros, oscuros y negros. En ambas estaciones predominaron los colores amarillos y naranjas.

La densidad encontrada en la estación de Las Cuarenta fue menor que la obtenida por Pastor *et al.* (2011) en la misma zona entre los meses de abril del 2004 y abril del 2005 (0.010 ind/m²), lo que indica una disminución de la cantidad de especímenes en el área. Es posible que el incremento de pescadores furtivos, la utilización de redes de arrastre en zonas cercanas y el buceo de turistas nacionales en esta zona, sean las causas principales de esta disminución.

En el estuario del río de Santa Ana, la densidad fue menor que la obtenida para los ríos Maracaípe, Camurupin/Cardoso y Timonha/Ubatuba (Silveira, 2005; Mai & Rosa, 2009) y mayor que la encontrada por

Dias & Rosa (2003) en Río Grande (0.006 ind/m²) y Osório (2008) en los estuarios de los ríos de Pacoti y Malcozinhado (0.008 ind/m²) en Brasil.

La especie *H. erectus* es más frecuente encontrarla en aguas profundas donde la vegetación es abundante (Teixeira & Musick, 2001). Se ha reportado a una profundidad máxima de 73 m, principalmente en pastos marinos, asociados a esponjas y macroalgas flotantes (*Sargassum*), según Lourie *et al.* (2004).

En Brasil, *H. erectus* generalmente se captura como fauna acompañante en las pesquerías del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*, reforzando el criterio de que es más frecuente a mayor profundidad, aunque también se ha encontrado en aguas poco profundas en la costa sur, a pocos metros de la superficie, asociados a macroalgas y briozoos para su anclaje (Rosa *et al.* 2011). En este estudio, la especie se registró entre 1 y 2 m de profundidad, es posible que el método de muestreo utilizado sea la causa de la poca cantidad observada de individuos.

H. erectus apareció en un rango de temperatura menor que el reportado por Teixeira & Musick (2001) y en un rango de salinidad mayor, esto reafirma el criterio de estos autores de que es una especie eurihalina que tolera amplios rangos de salinidad.

Los machos de *H. erectus* presentaron tallas mayores que las hembras, esto coincide con Anderson (2012), que en un estudio sobre dimorfismo sexual en adultos de esta especie, encontró que los machos

tienen mayor talla y colas más largas que las hembras.

Se encontró una proporción sexual significativamente diferente a la esperada, resultados similares obtuvieron Teixeira & Musick (2001) en la Florida, Perante *et al.* (1998), Bell *et al.* (2003) y Martin & Vincent (2005) en otras especies de caballitos. Pastor *et al.* (2011) no pudieron determinar esta proporción por la ausencia de machos en las zonas de Las Cuarenta y El Casino durante el período muestreado.

La cantidad de individuos grávidos fue baja con respecto al total de machos (38%). Al solo aparecer en tres meses, no se pudo determinar la época reproductiva para la especie *H. erectus*, a diferencia de Teixeira & Musick (2001) que reportan picos reproductivos de mayo a octubre y Rosa *et al.* (2011) los registraron de enero a marzo.

El 100% de los individuos de *H. erectus* se encontraron solos, esto coincide con Claro *et al.* (2001) que plantean que esta especie es más comúnmente registrada sola que formando grupos.

En relación con los sustratos más utilizados por *H. erectus* en este estudio, coinciden con Rosa *et al.* (2011) y difieren con lo reportado por Pastor *et al.* (2011), donde las raíces de mangle rojo *Rhizophora mangle* fue el único sustrato utilizado por esta especie en la estación de Las Cuarenta.

La densidad poblacional, en general, para *H. erectus* en la costa norte de Cuba fue baja, con valores que oscilaron entre 0.004 ind/m² y 0.0074

ind/m² y una media de 0.0058±0.0010 ind/m², aunque fue mayor que la registrada por Pastor *et al.* (2011) de 0.0012 ind/m² en dos zonas de la costa norte de Cuba y similar a la reportada por Rosa *et al.* (2011) de 0.005-0.035 ind/m² en áreas de Brasil.

Durante este estudio, la especie *H. erectus* no apareció en los tres años de muestreo en la zona de Las Cuarenta (Bahía de Cabaña), lugar donde anteriormente se había reportado su presencia por Pastor *et al.* (2011), aunque en muy bajos valores de densidad.

CONCLUSIONES

La densidad poblacional de las especies *H. reidi* e *H. erectus* en general y por estaciones fue baja en la costa norte de las regiones occidental y central de Cuba. La especie *H. reidi* fue la más abundante y la de mayor distribución. La mayor densidad de caballitos se encontró en las estructuras artificiales de las estaciones de Barracuda y Caleta. No se registraron diferencias entre las épocas de lluvia y seca en ninguna de las dos especies. Los machos de *H. reidi* y de *H. erectus* fueron mayores que las hembras. La especie *H. reidi* se diferencia sexualmente a una talla menor que la reportada en la literatura. Para *H. reidi* se observó una proporción sexual similar a la esperada de 1:1, mientras que en la especie *H. erectus* la proporción sexual encontrada fue diferente a la esperada. Las macroalgas del género *Caulerpa* constituyeron los principales sustratos de apoyo para estas especies de caballito de mar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los compañeros del grupo de acuariología del Acuario Nacional de Cuba por su valiosa ayuda en los diferentes muestreos que se realizaron para este trabajo y a los evaluadores por los valiosos aportes.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, A. P. (2012). Sexual Dimorphism in Morphometry and Allometry of the Adult Lined Seahorse, *Hippocampus erectus*. *Copeia*, 3, 389-393. <https://doi.org/10.1643/CG-11-003>
- Arcos-Pulido, M. & Gómez-Prieto, C. (2004). Valoración de la población de *Hippocampus reidi* en la región de Santa Marta. Recuperado en diciembre 10, 2004, disponible en <http://www.sur.iucn.org/listaroja/documentos/Hippocampus>
- Aylesworth, L. A., Xavier, J. H., Oliveira, T. P., Tenorio, G. D., Diniz, A. F. & Rosa, I. L. (2015). Regional-scale patterns of habitat preference for the seahorse *Hippocampus reidi* in the tropical estuarine environment. *Aquat. Ecol.*, 49, 499-512. <https://doi.org/10.1007/s10452-015-9542-3>
- Barros, A. T. (2005). *Taxonomia e análise da estrutura populacional comercializada de cavalos-marinhos (Syngnathidae: Teleostei: Hippocampus) no Brasil*. Dissertation Unpublished, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil.
- Bell, E. M., Lockyear, J. F., McPherson, J. M., Marsden, A. D. & Vincent, A. C. (2003). First field studies of an Endangered South African seahorse, *Hippocampus capensis*. *Env. Biol. Fish.*, 67, 35-46. <https://doi.org/10.1023/A:1024440717162>

- 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. Maryland, EE. UU.: NOAA.
- CITES. (2004). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Recuperado en marzo 18, 2004, disponible en www.cites.org/common/com/AC/20
- Claro, R., Lindeman, K. C. & Parenti, L. R. (2001). The Marine Ichthyofauna of Cuba. In R. Claro, K. C. Lindeman & L. R. Parenti (Eds.), *Ecology of the Marine Fishes of Cuba* (pp. 21-32). Washington, D.C., EE. UU.: Smithsonian Institution.
- Curtis, J., Moreau, M. A., Marsden, D., Bell, E., Martin-Smith, K., Samoily, M. & Vincent, A. (2004). *Underwater visual census for seahorse population assessments*. Vancouver, B.C., Canada: Fisheries Centre.
- de la Nuez, D., Pastor, L., Pérez-Angulo, A., Piloto, Y. & Corrada, R. I. (2016). Fidelidad al sitio y rango de hogar del caballito de mar narizón *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) en la dársena de Varadero, noroeste de Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, 8(1), 95-112. <https://doi.org/10.15359/revmar.8-1.7>
- Dias, T. L. P. (2002). *Ecologia populacional de Hippocampus reidi Ginsburg, 1933 (Teleostei: Syngnathidae) no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil*. Dissertation Unpublished, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil.
- Dias, T. L. P. & Rosa, I. M. L. (2003). Habitat preferences of a seahorse species, *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) in Brazil. *J. Ichthyol. Aquat. Biol.*, 6, 165-176.
- Foster, S. J. & Vincent, A. C. J. (2004). Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *J. Fish. Biol.*, 65, 1-61. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00429.x>
- Freret-Meurer, N. V. & Andreato, J. V. (2008). Field Studies of a Brazilian Seahorse Population, *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. *Braz. Arch. Biol. Techn.*, 51(4), 743-751.
- Gaceta Oficial de la República de Cuba (2011). *Resolución No. 160/2011 sobre Regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica en Cuba*. MINJUS. No 26. La Habana, Cuba.
- Gristina, M., Cardone, F., Carlucci, R., Castellano, L., Passarelli, S. & Corriero, G. (2015). Abundance, distribution and habitat preference of *Hippocampus guttulatus* and *Hippocampus hippocampus* in a semi-enclosed central Mediterranean marine area. *Mar. Ecol.*, 36, 57-66. <https://doi.org/10.1111/maec.12116>
- Harasti, D. (2016). Declining seahorse populations linked to loss of essential marine habitats. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 546, 173-181. <https://doi.org/10.3354/meps11619>
- Loh, T.-L., Tewfik, A., Aylesworth, L. & Phoonsawat, R. (2016). Species in wildlife trade: socio-economic factors influence seahorse relative abundance in Thailand. *Biol. Conserv.*, 201, 301-308. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.07.022>
- Lourie, S. A., Vincent, A. C. J. & Hall, H. J. (1999). *Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation*. London, U. K.: Project Seahorse.

- Lourie, S. A., Foster, S. J., Cooper, E. W. T. & Vincent, A. C. J. (2004). *A Guide to the Identification of Seahorses*. Washington, D. C., EE. UU.: 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(1), 1-66. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4146.1.1>
- Mai, A. C. G. & Rosa, I. M. L. (2009). Aspectos ecológicos do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no estuário Camurupim/Cardoso, Piauí, Brasil, fornecendo subsídios para criação de uma Área de Proteção Integral. *Biota Neotrop.*, 9(3), 85-91. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000300007>
- Mai, A. G. & Gonzalo, V. (2012). Population dynamics and reproduction of wild longsnout seahorse *Hippocampus reidi*. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 92(2), 421-427. <https://doi.org/10.1017/S0025315411001494>
- Martin, K. M. & Vincent, A. C. J. (2005). Seahorse declines in the Derwent estuary, Tasmania in the absence of fishing pressure. *Biol. Conserv.*, 123(4), 533-545. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.003>
- Oliveira, T. P. R. (2007). *Ecologia populacional de Hippocampus reidi (Teleostei: Syngnathidae) em dois estuários do estado de Pernambuco, Brasil*. Dissertação de Mestrado Unpublished, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa.
- Oliveira, V. & Freret-Meurer, N. (2012). Distribuição vertical do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 na região de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Biotemas*, 25(2), 59-66.
- Osório, F. M. (2008). *Estudo populacional do cavalo-marinho Hippocampus reidi Ginsburg, 1933 (Teleostei: Syngnathidae) em dois estuários cearenses*. Dissertação de Mestrado Unpublished, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.
- Pastor, L., Piloto, Y., Corrada, R. & Chevalier, P. (2011). Estudio de las poblaciones de caballitos de mar en dos zonas de la costa norte de La Habana y Pinar del Río. *Rev. Mar. Cost.*, 3, 171-181.
- Perante, N. C., Vincent, A. C. J. & Pajaro, M. G. (1998). Demographics of the seahorse *Hippocampus comes* in the central Philippines. In B. Morton (Ed.), *Proceedings of the 3rd International Conference on the Marine Biology of the South China Sea* (pp. 439-448). Hong Kong, China: University Press.
- Perante, N. C., Pajaro, M. G., Meewig, J. J. & Vincent, A. C. J. (2002). Biology of a seahorse species *Hippocampus comes* in the central Philippines. *J. Fish. Biol.*, 60, 821-837. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb02412.x>
- Ramineli, S. M. (2012). *Aquí não tem, não: uma pesquisa socioambiental para a conservação de cavalos-marinhos (Syngnathidae: Hippocampus) em Paraty/RJ*. Dissertação de Mestrado Unpublished, UFF, Niterói, Brasil.
- Ramineli, S. M. & Silveira, R. B. (2013, septiembre). *A população de cavalos-marinhos (Hippocampus reidi) no costão rochoso da praia do cruzeiro, saco do Mamanguá, Paraty*. XI Congresso de Ecologia do Brasil, Porto Seguro, Brasil.
- Rosa, I. L., Dias, T. L. & Baum, J. K. (2002). Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Syngnathidae). *Environ.*

- Bio. Fish.*, 64(4), 378. <https://doi.org/10.1023/A:1016152528847>
- Rosa, I. L., Oliveira, T. P. R., Castro, A. L. C., Moraes, L. E., Xavier, J. H. A., Nottingham, M. C. & Monteiro-Neto, C. (2007). Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). *Neot. Ich.*, 5(3), 405-414. <https://doi.org/10.1590/s1679-62252007000300020>
- Rosa, I. L., Oliveira, T. P. R., Osório, F. M., Moraes, L. E., Castro, A. L. C., Barros, G. M. L. & Alves, R. R. N. (2011). Fisheries and trade of seahorses in Brazil: historical perspective, current trends, and future directions. *Biodivers. Conserv.*, 20(9), 1951-1971. [10.1007/s10531-011-0068-2](https://doi.org/10.1007/s10531-011-0068-2)
- Silveira, R. B. (2005). *Dinamica populacional do cavalo-marinho Hippocampus reidi no manguezal de Maracá'pe, Ipojuca, Pernambuco, Brasil*. Tesis doctoral no publicada, Pontificia Universidade Católica do Rio Grande, Porto Alegre, Brasil.
- Silveira, R. B. (2011). Registros de cavalos-marinhos (Syngnathidae: *Hippocampus*) ao longo da costa Brasileira. Laboratório de Aqüicultura Marinha (LABAQUAC)-Projeto Hippocampus. Rua da Esperança, 700, Porto de Galinhas, Ipojuca, PE. Brasil. *Oecol. Aust.*, 15(2), 316-325. <https://doi.org/10.4257/oeco.2011.1502.09>
- StatSoft, Inc. (2002). *STATISTICA 6.0 for Windows*. Tulsa, Oklahoma, EE. UU.: StatSoft.
- Teixeira, R. L. & Musick, J. A. (2001). Reproduction and food habits of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* (Teleostei: Syngnathidae) of Chesapeake Bay, Virginia. *J. Braz. Biol.*, 61(1), 79-90. <https://doi.org/10.1590/s0034-71082001000100011>
- UICN. (2009). Red List of Threatened Species. Recuperado en noviembre 20, 2009, disponible en <http://www.iucn-redlist.org/apps/redlist.html>
- Vari, R. P. (1982). Fishes of the Western North Atlantic, subfamily Hippocampinae. The seahorses. *Mar. Res. Mem., New Haven*, 1, 173-189.
- Vincent, A. (1995). Trade in seahorses for traditional Chinese medicines, aquarium fishes and curios. *Traf. Bull.*, 15(3), 125-129.
- Yasué, M., Nellas, A., Panes, H. & Vincent, A. C. (2015). Monitoring landed seahorse catch in a changing policy environment. *Endang. Species Res.*, 27, 95-111. <https://doi.org/10.3354/esr00643>
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis*. New Jersey, EE. UU.: Prentice Hall Inc.