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

Análisis de la información disponible y ficha sobre las especies de caballitos de mar mexicanas

Biól. Gabriela López Segurajáuregui
Ciudad de México, México, junio 2019

Forma de citar el informe final: 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

CONTENIDO

I. Información general sobre las especies **3**

II. Parámetros biológicos y poblacionales **6**

III. Marco legal y lineamientos de manejo **14**
- **1. Nacional** **14**
- **2. Internacional** **17**

IV. Estado y acciones de conservación **21**
- **1. Estatus en los diferentes listados de riesgo y CITES** **21**
- **2. Conservación y cría en cautiverio en México** **22**
  - a) Monitoreo poblacional 22
  - b) Áreas Naturales Protegidas 22
  - c) Pesca incidental, descartes y pesca IUU 25
  - d) Reintroducción 29

V. Características y niveles de aprovechamiento **29**
- **1. Usos y aprovechamiento** **29**
- **2. Impacto de la cría en cautiverio en las poblaciones silvestres y cumplimiento de la Resolución Conf. 10.16 (Rev.)** **30**
- **3. Condiciones para la cría en cautiverio** **31**
- **4. Identificación, métodos de marcaje y su viabilidad** **40**

VI. Características y niveles del comercio legal **43**
- **1. Antecedentes** **43**
- **2. Mercado nacional** **45**
- **3. Exportaciones e importaciones en el periodo 2004-2018** **47**
- **4. Comercio de caballitos de mar mexicanos por internet** **48**

VII. Características y niveles del comercio ilegal **50**

VIII. Descripción de la cadena productiva de los caballitos de mar en México **51**

IX. Referencias **53**

I. Información general sobre las especies

La nomenclatura normalizada oficial para las especies de caballitos de mar (*Hippocampus* spp.) incluidas en los Apéndices de la CITES de acuerdo a la Resolución Conf. 12.11 (rev. CoP17) es la publicada por Lourie *et al.* (1999a). Tanto esta referencia como la última revisión taxonómica del género realizada por Lourie *et al.* (2016) reconocen como válidas a las cuatro especies que se distribuyen en México:

Los siguientes recuadros contienen datos generales sobre las cuatro especies mexicanas de caballitos de mar, incluyendo nombres científicos (CITES) y comunes (CITES, UICN, NOM-059), distribución (UICN, Bruckner *et al*., 2005), características morfológicas, usos y amenazas:

Nombre científico	*Hippocampus erectus* Perry, 1810	**Nombres comunes**	Caballito erecto, punteado, estriado Black, Lined, Spotted, Northern Seahorse, or Horsefish
Distribución en México	Golfo de México (CAMP, VER, TAM, QROO, YUC)		
Características morfológicas	Coloración gris, anaranjada, café, amarilla, roja y negra; los especímenes cafés tienden a ser pálidos del vientre; muchos individuos presentan líneas claras en el cuello y puntos en la cola; pueden presentar monturas oscuras o pálidas en el dorso cuando tienen anillos corporales más grandes; durante la reproducción pueden cambiar de color incluso a blanco; su coroneta es similar a una cresta que en ocasiones presenta espinas filosas, tiene espinas dobles o individuales en las mejillas y hocico relativamente corto en comparación con *H. reidi*; puede confundirse con éste último (su distribución se sobrelapa), *H. hippocampus* y *H. kuda* (Project Seahorse, 2016; Lourie *et al*., 2004; Koldewey, 2005)		
Usos	Pollom (2017a) señala que *H. erectus* se utiliza seco en medicina tradicional y como *souvenir*, y vivo en el mercado nacional e internacional de acuarios en México y Brasil, y en mercados nacionales en Centro América. Es una especie importante en el acuarismo y la medicina tradicional (Zhang *et al*., 2010; Lourie *et al*., 2004). Se pesca incidentalmente en las redes de arrastre de camarón en EUA, México y Centro América y una fracción se utiliza para la exportación en el mercado de medicina tradicional china (Dias *et al*., 2002). En México también se ofrece como curiosidad a lo largo de la costa del Caribe (J. Baum, sin publicar en Pollom, 2017a).		
Amenazas	• Captura incidental en pesca de arrastre de camarón (Baum *et al*., 2003) que ocasiona mortandad directa, perturbación de las interacciones sociales y daño al hábitat de los caballitos de mar (Pollom, 2017a); las disminuciones poblacionales en México se atribuyen a este tipo de pesca (J. Baum sin publicar en Pollom, 2017a) • Pesca dirigida para el mercado de acuarismo (Pollom, 2017a) • Degradación del hábitat (pastos marinos, corales y manglares) debido a los desarrollos humanos en las costas, contaminación, prácticas pesqueras como las redes de arrastre y aumento en la sedimentación (Carpenter *et al*., 2008; Polidoro *et al*., 2010; Short *et al*., 2011; Jackson *et al*., 2014)		

Imagen: *iSeahorse*, Kevin Bryant (algunos derechos reservados)

Mapa: Lista Roja UICN, 2018

Nombre científico	*Hippocampus ingens* Girard, 1858	**Nombres comunes**	Caballito de mar del Pacífico Giant, Pacific Seahorse
Distribución en México	Costa del Pacífico (BC, BCS, CHIS, COL, GRO, JAL, MICH, NAY, OAX, SIN, SON)		
Características morfológicas	Coloración verde, café, rojiza-granate, gris, amarilla y dorada; gran parte del cuerpo es jaspeado en negro-café y está cubierto por puntos pequeños negros y blancos que confluyen hacia rayas longitudinales; tiene varias líneas delgadas claras y oscuras que irradian alrededor de los ojos; los machos comúnmente presentan una quilla prominente y las hembras sexualmente maduras a menudo tienen un parche oscuro bajo la aleta anal; presentan un solo par de espinas alargadas y redondeadas en las mejillas, espinas oculares prominentes y una coroneta de altura media a alta; puede confundirse con *H. algiricus, H. kelloggi, H. kuda* y *H. reidi* (Project Seahorse, 2016; Lourie *et al.*, 2004; Koldewey, 2005)		
Usos	*H. ingens* es una especie de importancia comercial en el mercado del acuarismo (Sánchez, 1997), y seco para la medicina tradicional y como curiosidad (Pollom, 2017b; Baum y Vincent, 2005; Vincent *et al.*, 2011a; Lourie *et al.*, 2004). Existen decomisos importantes en los últimos años, incluyendo uno en Perú de alrededor de 8 millones de individuos con destino a China (Actman, 2016). Es muy valorado en la medicina tradicional china por ser de apariencia lisa y de gran tamaño (Baum y Vincent, 2005).		
Amenazas	• Captura incidental en pesca de arrastre de camarón (Pollom, 2017b) • Particularmente susceptible a la degradación del hábitat por desarrollo humano, turismo y pesquerías pues habita áreas relativamente someras (Lourie *et al.* 2004)		

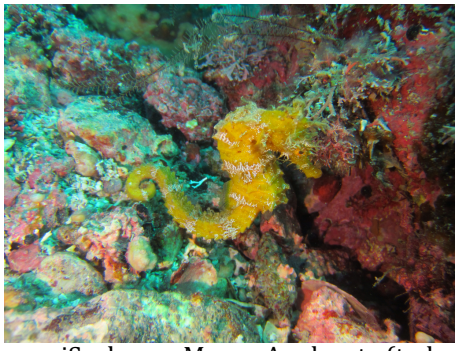


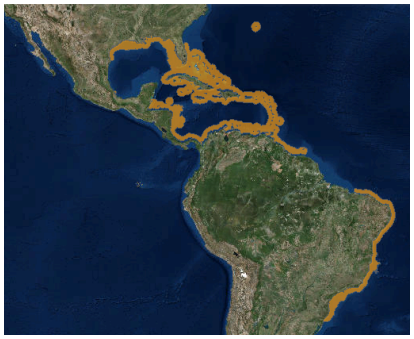
Imagen: iSeahorse, Megan Applegate (todos los derechos reservados)

Mapa: Lista Roja UICN, 2018

Nombre científico	*Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933	**Nombres comunes**	Caballito de hocico largo, narizón Longsnout, Slender, Brazilian Seahorse
Distribución en México	Golfo de México (VER, QROO, YUC*)		
Características morfológicas	Coloración negra, café, rojiza-granate, amarilla y dorada; gran parte del cuerpo jaspeada en negro-café y está cubierta por puntos pequeños negros y blancos (especialmente en la cola); puede tener monturas pálidas en las superficies dorso-laterales y los machos comúnmente tienen una quilla prominente con una línea blanca en el margen y sus cuerpos son más jaspeados que en las hembras; presenta una coroneta grande, corta e intrincada, hocico largo y cuerpo delgado en comparación con *H. erectus*, y espinas oculares dobles; puede confundirse con *H. erectus, H. algricus* y *H. kuda* (Project Seahorse, 2016; Rosa *et al.*, 2011; Lourie *et al.*, 2004; Koldewey, 2005)		
Usos	Oliveira y Pollom (2017) señalan que *H. reidi* es una de las especies más manejadas en acuarios públicos y una de las más buscadas en el mercado internacional de acuarismo (Castro *et al.*, 2008), aunque también se utiliza seco para el mercado de curiosidades (Lourie *et al.*, 2004). Se estima que entre 1997 y 2004 se extrajeron más de 700 mil individuos silvestres en Brasil que se compraban a los pescadores en poco más de $1 USD, dependiendo los colores, y los distribuidores los vendían en $9-12 USD (Rosa *et*		

	al., 2011)
Amenazas	• Captura incidental en pesca de arrastre y artesanal de camarón (Branco *et al.*, 2015) • Pesca dirigida para el mercado de acuarismo (Rosa *et al.*, 2011) • Degradación y pérdida del hábitat (Aylesworth *et al.*, 2015; Karnauskas *et al.*, 2013; Jackson *et al.*, 2014)

Imagen: iSeahorse, Andreas März (algunos derechos reservados)

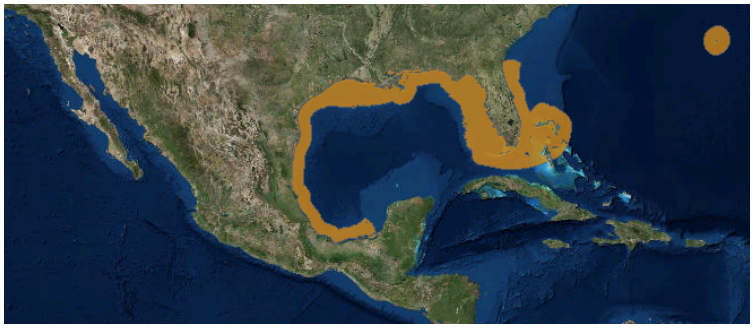


Mapa: Lista Roja UICN, 2018

*Reporte anecdótico (Baum y Vincent sin publicar en Bruckner *et al.*, 2005)

Nombre científico	*Hippocampus zosterae* Jordan & Gilbert, 1882	**Nombres comunes**	Caballito oliváceo, enano Dwarf Seahorse
Distribución en México	Golfo de México (CAMP, QROO, TAB, TAM, VER, YUC)		
Características morfológicas	Coloración beige, amarilla, verde o negra, algunos individuos pueden presentar patrones moteados, manchas blancas o puntos negros y estar cubiertos por verrugas pequeñas; presenta una altura máxima de 3cm, hocico corto y coroneta larga; puede confundirse con *H. lichtensteinii* (Project Seahorse, 2016; Lourie *et al.*, 2004).		
Usos	Masonjones *et al.* (2017) indican que *H. zosterae* es una de las especies más populares en el comercio de acuarismo (Vincent, 1996; Wood, 2001; Vincent *et al.*, 2011a; Lourie *et al.*, 2004), con casi un millón de individuos aprovechados comercialmente en Florida hasta la fecha (FWC, 2016)		
Amenazas	• Degradación y pérdida del hábitat (desarrollo humano, contaminación; Waycott *et al.*, 2009; Short *et al.*, 2011) • Aunque la pesquería dirigida para el mercado del acuarismo está regulada y monitoreada en Florida (casi 50% de su distribución), es una amenaza potencial y actualmente es candidata para inclusión en la ESA debido a su sobreexplotación, perturbación del hábitat y mecanismos regulatorios inadecuados, entre otros (Masonjones *et al.*, 2017; NOAA Fisheries, 2018)		

Imagen: *iSeahorse*, Nathan Rupert (algunos derechos reservados)



Mapa: Lista Roja UICN, 2018

II. Parámetros biológicos y poblacionales

Los caballitos de mar (*Hippocampus* spp.) generalmente habitan aguas costeras poco profundas, templadas o tropicales y la información disponible sugiere que generalmente sus poblaciones son vulnerables a la sobreexplotación, directa o indirecta, de acuerdo con Foster y Vincent (2004, 2016):

- Las bajas densidades poblacionales y distribuciones dispersas implican dificultades para encontrar nuevas parejas y alta vulnerabilidad incluso frente a tasas de remoción pequeñas
- Las posiblemente bajas tasas de mortalidad natural apuntan a que una pesquería intensa representa una presión nueva e insostenible para las poblaciones
- La reducida movilidad y ámbitos hogareños pequeños significan una recolonización lenta en zonas sobreexplotadas
- La monogamia de la mayor parte de las especies implica que un individuo viudo(a) podría dejar de reproducirse, al menos temporalmente
- El embarazo de los machos hace que la sobrevivencia de las crías dependa de la de éste
- La baja fecundidad limita la tasa de reproducción potencial de la pareja
- Aunque los caballitos se regresen al agua después de ser capturados en artes de pesca no selectivas, pueden experimentar efectos negativos que incluyen heridas, daño a su hábitat, remoción de su ámbito hogareño y perturbación de las parejas
- Los adultos son poco depredados debido a su capacidad de camuflaje, por lo que no cuentan con adaptaciones que les permitan soportar presiones de pesca
- La mayor parte de los caballitos de mar se encuentran en arrecifes de coral, pastos marinos y manglares, mismos que enfrentan fuertes presiones por actividades humanas

Existen muchos vacíos de información para varias especies de caballitos de mar (Foster y Vincent, 2016). Particularmente, hay poca investigación sobre las poblaciones silvestres de las especies americanas y la mayor parte de los parámetros críticos para las evaluaciones pesqueras y modelos de viabilidad poblacional se desconocen (Baum y Vincent, 2005; Foster y Vincent, 2004), como son la mortalidad natural, tasas de crecimiento y dispersión de juveniles, y el tamaño poblacional (Foster, 2008). Existe además evidencia de migraciones estacionales en algunas especies, particularmente en latitudes altas, vinculadas a los cambios de temperatura, disponibilidad de alimento y refugio (*H. mohnikei*; Qin *et al.*, 2017) e inferidas en especies como *H. erectus* (Foster y Vincent, 2004), en las que se ha documentado que los caballitos dejan de moverse, alimentarse y crecer en temperaturas bajas (Lin *et al.*, 2008, 2009a), por lo que posiblemente se vean obligados a "escapar" del estrés de la baja temperatura a través de la migración (Qin *et al.*, 2017).

Por otra parte, existen algunos modelos de distribución potencial disponibles para las especies de caballitos de mar mexicanas:

- Zhang y Vincent (2018; https://figshare.com/authors/xiong_zhang/4243717) desarrollaron modelos utilizando MaxEnt para 33 especies de caballitos de mar (incluyendo las cuatro especies mexicanas). Emplearon datos provenientes de investigaciones, ciencia ciudadana y colecciones de museo, así como dos versiones de variables del hábitat (ocurrencia en el hábitat vs. proximidad al hábitat) con 16 predictores (profundidad, pH, salinidad, promedio e intervalo de temperaturas, promedio e intervalo de clorofila a, distancias al arrecife de coral más cercano, estuario, hidrozoario, macro alga, manglar, coral pennatuláceo, coral blando, esponja y cama de pastos marinos). Obtuvieron modelos confiables para predecir la distribución (área de ocurrencia con 2km de resolución), estimar las relaciones especie-hábitat y el estado de conservación/riesgo de las especies (no proponen cambios en la Lista Roja de la UICN para las especies mexicanas).

Los **Cuadros 1 y 2** compilan información sobre los parámetros de historia de vida, biología reproductiva, poblaciones y hábitat disponibles para las especies de caballitos de mar mexicanas. Al final de cada uno se presenta un recuadro adicional que resume la disponibilidad de información para cada especie en términos del número de estudios con datos para cada parámetro (*in situ* y/o *ex situ*).

Cuadro 1.- Parámetros de historia de vida y biología reproductiva de los caballitos de mar mexicanos. Tomados principalmente de las compilaciones y análisis de Foster y Vincent (2004) y las evaluaciones de la Lista Roja de la UICN (Masonjones *et al.*, 2017; Oliveira y Pollom, 2017; Pollom, 2017a; Pollom, 2017b). Se incluyen las referencias citadas.

Parámetro	*H. erectus*	*H. ingens*	*H. reidi*	*H. zosterae*
Talla al nacer	11 mm (Herald y Rakowicz, 1951; Vari, 1982; Correa *et al.*, 1989; Vincent, 1990; n=4)	8.5 mm (Jones *et al.*, 1998; J. Gomezjurado, sin publicar en Lourie *et al.*, 1999b; n=2) 7 mm (Ortega-Salas y Reyes-Bustamante, 2006; *ex situ*)	7 mm (Vincent, 1990; n=1) 10 mm (Koldewey, 2005)	8 mm (Breder, 1940; Strawn, 1958; Vincent, 1990; Lourie *et al.*, 1999b; n=4)
Máxima talla registrada en adultos	18.5 cm (Baum *et al.*, 2003) 19 cm (Lourie *et al.*, 1999a)	31 cm (Miller y Lea, 1972)	17.5 cm (Lourie *et al.*, 1999b)	2.5 cm (Lourie *et al.*, 1999b)
Peso (factores de conversión)	Vivo: 11.6 ± 5.5 g adultos; 2.4 ± 1.0 g juveniles (Baum *et al.*, 2003) Seco: 2.39 ± 1.87 g (media; Baum y Vincent, 2005)	Seco: 3.51 ± 1.84 g (media; Baum y Vincent, 2005)	Seco: 2.45 ± 1.47 g (media; Baum y Vincent, 2005)	
	El peso de los caballitos de mar puede variar dependiendo la etapa reproductiva, con incrementos importantes cuando las hembras presentan huevos maduros o cuando los machos están embarazados (Foster, 2008)			
Edad/talla de madurez sexual	5.6 cm (Baum *et al.*, 2003) 6.3 cm (PIECEMO, 2013) 6 meses – 1 año (Gardiner, 1998)	5.4 cm (Groves y Lavenberg, 1997) 4 - 5 meses (Foster y Vincent, 2004; *ex situ*) 4 meses/5 cm (*ex situ*; com. pers. a CONABIO, 2018)	8 cm (Vari, 1982) 9-9.5 cm machos 8.8 cm hembras (Mai y Velasco, 2011) En cautiverio ocurre a los 60 días promedio, 7.47-8.83 cm machos (74-109 días) y 7.36-9.4 cm hembras (95-109 días) (Hora y Joyeux, 2009) 205 días promedio la 1ª madurez y 295 días promedio la 1ª reproducción (10 meses) (Mai y Velasco, 2011)	2.0 cm (Lourie et al., 1999b) 3 meses (Strawn, 1953; *ex situ*)
	La talla es un mejor predictor de madurez sexual que la edad (Foster y Vincent, 2004)			
Longevidad	4 años (Lourie *et al.*, 1999a) 3 a 4 años *ex situ* (Koldewey, 2005)	7 años (*ex situ*; com. pers. a CONABIO, 2018)	2.5 años (Mai y Velasco, 2011)	1 año (Strawn, 1953) 2 años (*ex situ*; com. pers. a CONABIO, 2018)
	3 a 5 años en especies de mayor tamaño (12 a 21.5 cm; Foster y Vincent, 2004)			

Tiempo generacional	1 año (Pollom *et al*., 2015) 2.5 años (Pollom, 2017a)	2 años (Pollom, 2017b)	1 año (Oliveira y Pollom, 2017)	0.33 años (Masonjones *et al.*, 2017)
Tasa de crecimiento individual	0.55 mm/día (Scarratt, 1996; *ex situ,* en un periodo de 100 días) 0.11 ± 0.0007 mm/día en individuos >20 mm (Matlock, 1992) 0.07 cm/día (Koldewey, 2005; ex situ)	0.05 cm/día (Ortega-Salas y Reyes-Bustamante, 2006; *ex situ*)	1.195/año (constante de crecimiento "K" de von Bertalanffy) (Mai y Velasco, 2011)	
Sobrevivencia			21% a 24%/año (Mai y Velasco, 2011)	
Mortalidad natural			1.43 a 1.58/año (Mai y Velasco, 2011)	
Dimorfismo sexual	Machos con mayor proporción peso/longitud y cola más larga (Vincent, 1990; Teixeira y Musick, 2001; Baum *et al*., 2003)	Las hembras sexualmente maduras suelen presentar un parche oscuro bajo la aleta anal (Lourie *et al*., 2004)	Machos con cola más larga (Vincent, 1990; dato a partir de ejemplares *ex situ* y tamaño de muestra pequeño)	Machos con cola y rostro más largos (Vincent, 1990)
Reproducción	Mayo a octubre (6 meses; Teixeira y Musick, 2001) Forma pareja (PIECEMO, 2013) Monógamo (Teixeira y Musick, 2001)	Podría ser polígamo en cautiverio (hipótesis; *ex situ*, com. pers. a CONABIO, 2018)	Todo el año, pero se incrementa entre mayo y noviembre (Brasil) (Mai y Velasco, 2011) Descansos de 7 meses entre embarazos (Brasil) (Freret-Meurer y Andreata 2008) Forma pareja (Dauwe, 1993; Nijhoff, 1993; Trommelen, 2001) y posiblemente monógamo (Oliveira y Pollom, 2017)	Febrero a noviembre (10 meses; Strawn, 1958) Aparentemente la época de reproducción está más correlacionada con la duración del día que con la temperatura (Strawn, 1953; Vari, 1982) 2 camadas al mes (Vari, 1982) Forma pareja y es monógamo (Masonjones y Lewis, 1996; *ex situ*)
	Varía dependiendo del sitio, luz, temperatura y disponibilidad de alimento (Bye, 1984); más larga en zonas tropicales que en templadas (Foster y Vincent, 2004). Asumiendo que los machos se pueden embarazar al día siguiente de parir, el número de días disponibles para reproducirse divididos por la duración promedio de la gestación genera el número máximo de embarazos por año, que multiplicado por el tamaño máximo de la camada resulta en el esfuerzo reproductivo máximo anual (entre 500 y 29,000 crías por pareja dependiendo la especie; Foster y Vincent, 2004)			

Gestación	20-21 días (Lourie *et al.*, 1999a) 21 días (Herald y Rakowicz, 1951; n=1) 12-22 días (PIECEMO, 2013)	14 días (Koldewey, 2005; *ex situ*) 10 a 25 días (*ex situ*; com. pers. a CONABIO, 2018)	14 días a temperaturas de 24-28º C (Koldewey, 2005; *ex situ*)	11 días (Strawn, 1954, 1958; Masonjones y Lewis, 1996, 2000; Masonjones 1997) 7 días (*ex situ*; com. pers. a CONABIO, 2018)
	Los machos pueden tener varios embarazos en una misma temporada reproductiva y el número depende del tamaño de la camada y la duración de la temporada (Foster y Vincent, 2004)			
Número máximo de crías (fecundidad)	1552 crías (Teixeira y Musick, 2001; n=5) 250-300 crías generalmente (Herald y Rakowicz, 1951) 2-33% huevos estériles (Teixeira y Musick, 2001)	2000 crías (B. Burnhans, sin publicar en Foster y Vincent, 2004; *ex situ*; n=3) 400 crías generalmente (Gomezjurado, J. en Lourie *et al.*, 2004) 4,250 crías (*ex situ*; 1,000-1,500 en promedio; com. pers. a CONABIO, 2018)	1572 crías (Vincent, 1990; *ex situ*; n=2) 200-600 crías en promedio (*ex situ*; com. pers. a CONABIO, 2018)	55 crías (Strawn, 1958; n=7) 50 crías (*ex situ*; 10-20 en promedio; com. pers. a CONABIO, 2018)
	Embarazo más corto a temperaturas mayores y a mayor cercanía al Ecuador; la mayoría de especies produce entre 100 y 300 crías por embarazo (ovovivíparos); correlación positiva con el tamaño del padre (Foster y Vincent, 2004)			

Parámetros de historia de vida y biología reproductiva	***H. erectus***	***H. ingens***	***H. reidi***	***H. zosterae***
Talla al nacer				
Máxima talla registrada en adultos				
Peso (factores de conversión)				
Edad/talla de madurez sexual				
Longevidad				
Tiempo generacional				
Tasa de crecimiento individual				
Sobrevivencia				
Mortalidad natural				
Dimorfismo sexual				
Reproducción				
Gestación				
Número máximo de crías (fecundidad)				

>1 estudio (*in situ, ex situ*)	1 estudio	Datos *ex situ*	Sin estudios

Cuadro 2.- Parámetros poblacionales y del hábitat de los caballitos de mar mexicanos. Tomados principalmente de las compilaciones y análisis de Foster y Vincent (2004) y las evaluaciones de la Lista Roja de la UICN (Masonjones *et al.*, 2017; Oliveira y Pollom, 2017; Pollom, 2017a; Pollom, 2017b). Se incluyen las referencias citadas.

Especie	Parámetros	
H. erectus	Hábitat	• Especie única por su diversidad de hábitat, distribución geográfica amplia y profundidad (Kuiter, 2009) • Manglares (*Rhizophora mangle* y *Avicennia* sp.), *Caulerpa* spp., *Carijoa* sp. pastos marinos (*Thalassia testudinum*, *Halophila* sp.), arrecifes de coral, rocas y ostras, *Sargassum* flotante y esponjas (Pollom *et al.*, 2015; Pollom, 2017a) • Puede encontrarse en la superficie o fondo de aguas someras y profundas en canales de bahías, a lo largo de playas o cerca de humedales salinos, lagos anquialinos, camas de ostras y bancos cubiertos por hierbas; en intervalos amplios de temperatura (5 a 29º C) y salinidad (10 a 36.6 ppt) (Hardy, 1978; Rose *et al.*, 2016; Teixeira y Musick, 2001) • Uso de diferente hábitat dependiendo la etapa de desarrollo: larvas (costa, plataforma interior, piélago), juveniles (plataforma interior, intermedia y exterior, pendiente, bentos y piélago, sedimento sumergido), adultos (estero, costa, 3 plataformas, en vegetación pelágica y sumergida, arrecifes de coral, rocas y ostras) (Hare *et al.*, 2006) • En el caso de las pesquerías, tanto *H. erectus* como *H. reidi* se reportaron más comúnmente en áreas con rocas y corales y en menor grado en pastos marinos (Baum y Vincent, 2005)
	Prof. máx.	100 m (Freret-Meurer y Andreata, 2011)
	Actividad	Diurna (Hardy, 1978)
	Tamaño pob.	No existen estudios *in situ* enfocados en estimaciones poblacionales (Pollom, 2017a)
	Densidad	0.0004 ± 0.0001 ind/m^2 (Jiménez García, 2012)
	Estructura pob.	Proporción de sexos 0.6M:1H (Teixeira y Musick, 2001)
	Tendencia pob.	• Disminución del 75-90% en los últimos 10-30 años en México debido a la pesca de arrastre de camarón (entrevistas a pescadores; Baum *et al.*, 2003) • Dado que las mayores amenazas (extracción y degradación del hábitat) se mantienen y podrían estar aumentando, se estima al menos 30% de disminución global en los últimos 10 años (3 generaciones) (Pollom, 2017a)
	Dieta	Existe poca información pero es posible que sea similar a la de otros caballitos de mar que incluye mísidos, anfípodos, copépodos y camarones gamáridos (Woods, 2002; Kendrick y Hyndes, 2005; Felicio *et al.*, 2006; Kitsos *et al.*, 2008; Yip *et al.*, 2014). Anfípodos (gamáridos y caprélidos) son la presa más importante para juveniles, pre-adultos y adultos, mientras que los copépodos son la principal presa de los recién nacidos (Teixeira y Musick, 2001)
H. ingens	Hábitat	• Manglares, macro algas, pastos marinos y arrecifes de coral y rocosos (Lourie *et al.* 2004) • En el caso de las pesquerías, *H. ingens* se reportó en México (y toda América Latina) más comúnmente en áreas con algas y rocas, así como corales blandos y arrecifes coralinos (Baum y Vincent, 2005)
	Prof. máx.	60 m (Pollom, 2017b)
	Actividad	Nocturna (Foster y Vincent, 2004)
	Tamaño pob.	---
	Densidad	0.00037 ind/m^2 (Ortiz-Aguirre, 2018)
	Estructura pob.	3H:2M (Ortiz-Aguirre, 2018)

	Tendencia pob.	• Disminución del 75-90% en los últimos 15-30 años en México debido a la sobreexplotación y comercio (entrevistas a pescadores de camarón; Baum y Vincent 2005) • Disminución del 50% en pesca dirigida en el mismo periodo (Baum y Vincent 2005) • Dado que se sospecha continúan las presiones y disminución y podrían estar incrementándose, se estima al menos un 30% de disminución global en los últimos 10 años (3 generaciones) (Pollom, 2017b)
	Dieta	Existe poca información pero es posible que se alimente de pequeños crustáceos bénticos y/o planctónicos como copépodos harpacticoides y ciclopoides, camarones gamáridos y mísidos (Woods, 2002; Kendrick y Hyndes, 2005; Kitsos *et al.*, 2008; Yip *et al.*, 2014; Valladares *et al.*, 2016)
H. reidi	Hábitat	• Macro algas (*Caulerpa racemosa, C. kempfi, Sargassum*), manglares (*Avicennia schaueriana, Laguncularia racemosa, Rhizophora mangle*), corales gorgonias, invertebrados (briozoarios, esponjas, tunicados *Ascidia nigra*), pastos marinos, esteros y estructuras artificiales como muelles (Lieske y Myers 1994; Dias y Rosa, 2003; Rosa *et al.*, 2007; Mai y Rosa, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2011; Aylesworth *et al.*, 2015) • Se les ha observado recargados contra el fondo lodoso y en grietas (Dias y Rosa, 2003) • Individuos pequeños tienden a estar en aguas más someras que los grandes (Dauwe, 1993) • El agua somera, calmada, con temperaturas cálidas y mayor número de estructuras de manglar se pueden usar para predecir presencia en ambientes estuarinos (Aylesworth *et al.*, 2015) • Parece tolerar salinidades fluctuantes aunque presenta mortalidad alta durante llegada de agua dulce (Rosa *et al.*, 2002; Russell, 1994; Bell *et al.*, 2003) • En el caso de las pesquerías, tanto *H. erectus* como *H. reidi* se reportaron más comúnmente en áreas con rocas y corales y en menor grado en pastos marinos (Baum y Vincent, 2005)
	Prof. máx.	55 m (Vari, 1982)
	Actividad	---
	Tamaño pob.	---
	Densidad	• 0.026 ind/m^2 (0.0023 – 0.066 ind/m^2; menor en zonas aprovechadas 0.013 ind/m^2 que en no aprovechadas 0.04 ind/m^2) en esteros (Rosa *et al.*, 2007; Mai y Rosa, 2009) y 0.001 a 0.04 ind/m^2 en costas rocosas en Brasil (Freret-Meurer y Andreata, 2008; Oliveira y Freret-Meurer, 2012). Otros datos en Brasil reportan densidades de 0.006 ind/m^2 y 0.51 ind/m^2 (Dias y Rosa, 2003). • 0.51 ind/m^2 en un muelle y 0.006 ind/m^2 en el manglar que atravesaba el muelle en Brasil (Dias y Rosa, 2003) • 0.29 ± 0.572 ind/m^2, 0.04 ±0.02 ind/m^2 y 0.039 ± 0.002 ind/m^2 promedio en tres playas de Brasil (transectos; Freret-Meurer *et al.*, 2018) • 0.01 a 0.0037 ind/m^2 en Cuba (Gutiérrez *et al.*, 2011) • Generalmente solitario, pero son comunes las parejas y se han reportado grupos de hasta 7 individuos (Rosa *et al.*, 2007; Mai y Rosa, 2009) • El ámbito hogareño de las hembras se ha estimado en 13.3 m^2 y de los machos en 3.5 m^2 (Dauwe, 1993)
	Estructura pob.	1M:1H (Dauwe, 1993 en Baum *et al.*, 2003)
	Tendencia pob.	Disminuciones de más del 30% en Brasil, Venezuela y Colombia, por lo que se infieren disminuciones de al menos 30% en los últimos 10 años, aunque aparentemente está más estable en EUA (Golfo de México; Oliveira y Pollom, 2017)

	Dieta	Crustáceos como copépodos harpacticoides, calanoides y ciclopoides, camarones carideos y gamáridos, anfípodos caprélidos, nematodos, ostrácodos, peces gobios; los juveniles se alimentan más de insectos himenópteros y huevos de crustáceos y moluscos, y las hembras de camarones carideos, mientras que los machos con sacos bien desarrollados se alimentan más frecuentemente que aquellos no embarazados (Felicio *et al.*, 2006; Castro *et al.* 2008)
H. zosterae	Hábitat	• Pastos marinos (*Zostera*, *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*; Lourie *et al.*, 1999; Masonjones *et al.*, 2010; Masonjones *et al.* en prep. en Masonjones *et al.*, 2017) • Machos, hembras y juveniles sin estratificación en uso de hábitat en tiempo o espacio (Masonjones *et al.*, 2017)
	Prof. máx.	10 m (Lourie, 2016)
	Actividad	Diurna (Tipton, 1987 en Tipton y Bell, 1988)
	Tamaño pob.	---
	Densidad	• En Florida se han reportado distintas densidades según el método de muestreo: 0.1 a 0.5 ind/m^2, 0.02 a 0.18 ind/m^2, (Sogard *et al.*, 1989; Sheridan *et al.*, 1997; Matheson *et al.*, 1999) y 0.00177 a 0.00186 ind/m^2 (Thayer *et al.*, 1999; Flaherty *et al.*, 2013) con equipo aparentemente menos eficiente en estos últimos (Masonjones *et al.*, 2017) • La evaluación poblacional es complicada debido a la selectividad del equipo de muestreo, pues su pequeño tamaño, hábitat críptico y habilidad para sostenerse al sustrato hacen que las tasas de captura varíen independientemente del tamaño real de la población (Masonjones *et al.*, 2017) • En un estudio de captura/recaptura entre 2005 y 2010 (Masonjones *et al.*, en prep/rev en Masonjones *et al.*, 2017) se estimó una sobrevivencia alta con baja probabilidad de recaptura y una densidad de 0.095 ± 0.035 ind/m^2 (3 veces mayor a la estimada mediante sólo captura 0.032 ind/m^2)
	Estructura pob.	0.35-0.40M:1H (Masonjones *et al.*, en prep. en Masonjones *et al.*, 2017)
	Tendencia pob.	• Estable a nivel global (Masonjones *et al.*, 2017) • Desconocida en el Golfo de México (Pollom, 2015)
	Dieta	Copépodos (Tipton y Bell, 1988)

De las 8 especies para las que Foster y Vincent (2004) compilaron densidades medias a partir de estudios en Australia, Sudáfrica, Portugal y Brasil, los valores van de 0.007 a 0.07 ind/m^2 con transectos y 0.02 a 1.1 ind/m^2 en cuadrantes (estos últimos podrían ser mayores por el sesgo en la selección del sitio de muestreo hacia áreas con mayor presencia); asimismo, los ámbitos hogareños de 6 especies van de 2.7 a 14.4 m^2, con algunas desplazándose cientos de metros en un día. De los estudios, sólo *H. reidi* se distribuye en México.

Parámetros poblacionales y del hábitat	***H. erectus***	***H. ingens***	***H. reidi***	***H. zosterae***
Hábitat				
Profundidad máxima				
Actividad				
Tamaño poblacional				
Densidad				
Estructura poblacional				
Tendencia poblacional	IUCN, entrevistas	IUCN, entrevistas	IUCN	IUCN
Dieta en vida libre				

>1 estudio (*in situ, ex situ*)	1 estudio	Datos *ex situ*	Sin estudios

III. Marco legal y lineamientos de manejo

1. Nacional

En general, dado que las cuatro especies de caballitos de mar mexicanas se consideran especies en riesgo (listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como "Sujeta a protección especial" o Pr; SEMARNAT, 2010), su gestión corresponde a la SEMARNAT bajo las disposiciones de la **Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** (LGEEPA; SEDUE, 1988) y la **Ley General de Vida Silvestre** (LGVS; SEMARNAT, 2000) y sus reglamentos (ver particularidades sobre la pesca incidental más adelante)**.** Su manejo puede realizarse bajo tres esquemas distintos (Predio Federal, UMA intensiva y PIMVS), pero en todos los casos su aprovechamiento requiere el respaldo de un plan de manejo autorizado y la presentación de informes anuales de actividades.

Asimismo, es posible tramitar autorizaciones para realizar la colecta de ejemplares, partes y derivados con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, que también requieren presentar una descripción de la línea de investigación o proyecto, y un informe anual de actividades.

A continuación, se detallan las disposiciones aplicables a la gestión de los caballitos de mar a nivel nacional:

El **Artículo 87 de la LGEEPA** establece que "el aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre en actividades económicas podrá autorizarse cuando los particulares garanticen su reproducción controlada o desarrollo en cautiverio o semicautiverio o cuando la tasa de explotación sea menor a la de renovación natural de las poblaciones, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que al efecto expida la Secretaría [*SEMARNAT*]". Asimismo, señala que "La colecta de especies de flora y fauna silvestre, así como de otros recursos biológicos con fines de investigación científica, requiere de autorización de la Secretaría y deberá sujetarse a los términos y formalidades que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que se expidan, así como en los demás ordenamientos que resulten aplicables. En todo caso, se deberá garantizar que los resultados de la investigación estén a disposición del público. Dichas autorizaciones no podrán amparar el aprovechamiento para fines de utilización en biotecnología, la cual se sujetará a lo dispuesto en el artículo 87 BIS".

En esta misma línea, el **Artículo 1º de la LGVS** señala que "el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo". Tal es el caso de las cuatro especies de caballitos de mar mexicanas, que se encuentran bajo la categoría de riesgo "Sujeta a protección especial" de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que su gestión es responsabilidad de la SEMARNAT. Las especies "Sujetas a Protección Especial" son aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas (**Artículo 58**).

La LGVS establece que "los propietarios o legítimos poseedores de los predios o instalaciones en los que se realicen actividades de conservación de vida silvestre deberán dar aviso a la Secretaría, la cual procederá a su incorporación al Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Asimismo, cuando además se realicen actividades de aprovechamiento, deberán solicitar el registro de dichos predios o instalaciones como Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre" (**Artículo 39**). Este es el caso de las UMA intensivas que crían en cautiverio caballitos de mar, y los **Artículos 40 y 42 de la LGVS y 30, 30 Bis, 38, 39, 40 y 50 de su Reglamento** (RLGVS; SEMARNAT, 2009) describen los requisitos para su registro, incluyendo el contenido del plan de

manejo, estudios poblacionales/inventarios, métodos de muestreo y los informes anuales y de contingencias o emergencias.

Por otra parte, de acuerdo con el **Artículo 78 de la LGVS y 27 de su Reglamento**, los Predios o instalaciones que manejan vida silvestre en forma confinada fuera de su hábitat natural (PIMVS) "sólo podrán operar si cuentan con planes de manejo autorizados por la Secretaría y además deberán registrarse y actualizar sus datos anualmente ante la autoridad correspondiente, en el padrón que para tal efecto se lleve…". Los requisitos para el registro en dicho padrón se describen en el **Artículo 12 del RLGVS** y el contenido de los planes de manejo e informes anuales para operar los PIMVS se describe en el **Artículo 78 Bis de la LGVS y en los Artículos 27, 131 y 131 Bis de su Reglamento.**

El requisito del plan de manejo puede cubrirse mediante su elaboración completa o mediante la adhesión o adaptación de los Planes de Manejo Tipo elaborados por la SEMARNAT (**Artículos 30, 33 y 46 del RLGVS**). Estos planes buscan homogenizar el desarrollo de las actividades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en especies o grupos de especies que así lo requieran (**Artículo 2 fracción XVI y 45 del RLGVS**). A este respecto, la SEMARNAT publicó el **"Plan de manejo tipo para peces marinos de ornato"** (SEMARNAT, 2012b) que contiene objetivos, metas e indicadores de éxito, así como métodos para establecer el polígono del Predio Federal para aprovechamiento, identificar las áreas con hábitat disponible para las especies y caladeros pesqueros (zonas de pesca y no pesca), plano batimétrico, métodos de muestreo (poblacional y bitácoras de captura, empaque y transportación) y medidas de manejo para el aprovechamiento sustentable de este grupo de peces en general. Aunque dicho Plan incluye fichas que describen las características generales de las cuatro especies de caballitos de mar mexicanas, las recomendaciones de manejo no incluyen particularidades sobre éstas.

"El aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre requiere de una autorización previa de la SEMARNAT, en la que se establecerá la tasa de aprovechamiento y su temporalidad" (**Artículo 83 LGVS**), para lo cual "… los interesados deberán demostrar (**Artículo 84 LGVS**):

a) Que las tasas solicitadas son menores a la de renovación natural de las poblaciones sujetas a aprovechamiento, en el caso de ejemplares de especies silvestres en vida libre.
b) Que son producto de reproducción controlada, en el caso de ejemplares de la vida silvestre en confinamiento
c) …"

La LGVS también establece que "solamente se podrá autorizar el aprovechamiento de ejemplares de especies en riesgo cuando se de prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración, repoblamiento, reintroducción e investigación científica…" (**Artículo 85**) y el **Artículo 87** dispone que "…se podrá autorizar a los propietarios o legítimos poseedores de los predios donde se distribuya la vida silvestre con base en el plan de manejo aprobado, en función de los resultados de los estudios de poblaciones o muestreos, en el caso de ejemplares en vida libre o de los inventarios presentados cuando se trate de ejemplares en confinamiento, tomando en consideración además otras informaciones de que disponga la Secretaría, incluida la relativa a los ciclos biológicos"; asimismo, indica que "para el aprovechamiento de ejemplares de especies silvestres en riesgo se deberá contar con:

a) Criterios, medidas y acciones para la reproducción controlada y el desarrollo de dicha población en su hábitat natural incluidos en el plan de manejo, adicionalmente a lo dispuesto en el **Artículo 40** de la presente Ley.
b) Medidas y acciones específicas para contrarrestar los factores que han llevado a disminuir sus poblaciones o deteriorar sus hábitats.

c) Un estudio de la población que contenga estimaciones rigurosas de las tasas de natalidad y mortalidad y un muestreo."

En el caso de predios que sean propiedad federal, la SEMARNAT "podrá otorgar la autorización para llevar a cabo el aprovechamiento sustentable en dichos predios y normar su ejercicio, cumpliendo con las obligaciones establecidas para autorizar y desarrollar el aprovechamiento sustentable" (**Artículo 89, LGVS**). Este es el caso de los Predios Federales de los que se extraigan caballitos de mar silvestres, que también requieren la presentación de un plan de manejo e informes anuales (**Artículos 98 y 51 del RLGVS**, respectivamente).

Los requisitos para el aprovechamiento se encuentran detallados en los **Artículos 12** (datos generales), **91 y 91 Bis** (especies, sistema de marcaje, estudio poblacional) del **RLGVS**.

Por otra parte, los **Artículos 97 y 98 de la LGVS**, así como los **Artículos 123 a 127 del RLGVS** establecen las disposiciones para realizar la colecta de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre con fines de investigación científica y con propósitos de enseñanza. Cabe mencionar que el Artículo 97 antes mencionado, señala que la autorización para estos fines no ampara el aprovechamiento para fines comerciales ni de utilización en biotecnología. La **NOM-126-SEMARNAT-2000** (establece las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional.

Actualmente, los **trámites** para solicitar este tipo de actividades para caballitos de mar se denominan "Aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes o derivados. Modalidad B: de ejemplares de especies en riesgo" y "Licencia de colecta científica" (con tres modalidades, A-por línea de investigación, B-por proyecto y C-con propósitos de enseñanza) y se realiza en los Espacios de Contacto Ciudadano de las 31 delegaciones de SEMARNAT en los estados o ante la DGVS ubicada en la Ciudad de México, por un costo de $316.64 MXN en el caso del aprovechamiento extractivo y sin costo por la licencia de colecta científica para investigadores mexicanos registrados en el Sistema Nacional de Investigadores o aquellos que realien la colecta bajo algún convenio con el Gobierno Federal o con alguna institución mexicana (para investigadores extranjeros tiene un costo de $17,919.99 MXN); pueden consultarse los detalles en la página de trámites del Gobierno Mexicano; www.gob.mx/tramites.

El **Reglamento Interior de la SEMARNAT** (SEMARNAT, 2012a), establece en su **Artículo 45** las atribuciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), que incluyen vigilar el cumplimiento de la normatividad ambiental, y en su caso, denunciar ante las autoridades competentes el incumplimiento de las disposiciones jurídicas correspondientes.

En este sentido, el **Código Penal Federal** (SEGOB, 1931) señala en su **Artículo 420** que "se impondrá pena de uno a nueve años de prisión y por el equivalente de 300 a 3,000 días de multa a quien ilícitamente: … IV. Realice cualquier actividad con fines de tráfico, o capture, posea, transporte, acopie, introduzca al país o extraiga del mismo, algún ejemplar, sus productos o subproductos y demás recursos genéticos, de una especie de flora o fauna silvestres, terrestres o acuáticas en veda, considerada endémica, amenazada, en peligro de extinción, sujeta a protección especial, o regulada por algún tratado internacional del que México sea parte, o V. Dañe algún ejemplar de las especies de flora o fauna silvestres, terrestres o acuáticas señaladas en la fracción anterior. Se aplicará una pena adicional hasta de tres años más de prisión y hasta mil días multa adicionales, cuando las conductas descritas en el presente artículo se realicen en o afecten un área natural protegida, o cuando se realicen con fines comerciales."

Con respecto a la pesca incidental, la **Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables** (LGPAS; SAGARPA, 2007) establece en su **Artículo 66** que "estará limitada y no podrá exceder el volumen que determine la Secretaría, para cada pesquería, según las zonas, épocas y artes de pesca, de conformidad con lo que establece la presente Ley y demás disposiciones que de ella deriven. Los excedentes de los volúmenes de captura incidental que determine dicha autoridad en tales disposiciones, serán considerados como pesca realizada sin concesión o permiso. El aprovechamiento de los productos pesqueros obtenidos en la captura incidental se sujetará a las normas oficiales que al efecto se expidan…". Particularmente en ANP, la Secretaría debe coordinarse con la SEMARNAT para, "…de acuerdo con la declaratoria de creación o el programa de manejo, emitir recomendaciones sustentadas, fundadas y motivadas, sobre los permisos y concesiones de pesca y acuacultura que se pretendan otorgar, así como lo volúmenes de pesca incidental;" (**Artículo 9o fracción I**).

Sin embargo, al parecer los volúmenes permitidos de pesca incidental no se han definido/publicado para la pesquería de camarón; no obstante, existen normas oficiales y acuerdos publicados en el DOF para regular la pesca incidental en pesquerías como las de túnidos o tiburones y rayas, aunque generalmente se enfocan en limitar las capturas incidentales de especies de interés comercial/pesca deportiva (p.e. marlín, dorado, pez vela, pez espada, peces marinos de escama). En el caso de la pesca de camarón, la NOM-002-SAG/PESC-2013 (sobre ordenamiento del aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal) menciona el uso obligatorio de dispositivos de exclusión de tortugas (DET) y peces (DEP) pero sólo requiere anotar la captura estimada en kilogramos de la fauna de acompañamiento que se conservará abordo y que se desechará por lance en las bitácoras para embarcaciones mayores a 10 toneladas. No obstante, en los formatos propuestos en dicha norma no se solicita desglosar la composición de especies de la fauna de acompañamiento, sino sólo indicar los totales en kilogramos y no hay campos de información relacionados a la pesca incidental en los avisos de arribo.

La DGVS-SEMARNAT informó que no se han recibido solicitudes de aprovechamiento de caballitos de mar capturados en la pesca incidental, pero de recibirse, y considerando un caso similar de otra especie de pez que tuvieron que evaluar, el esquema que se utilizaría para su aprovechamiento legal es el de Predio Federal, pues son especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 procedentes de zona federal. En este sentido, tendrían que cubrirse los requerimientos de dicho esquema, incluyendo el polígono del predio, un plan de manejo (que podría incluir el mecanismo de control para asegurar que los ejemplares provienen de la pesca incidental y no de capturas dirigidas en el medio silvestre), y el estudio poblacional (al que podría agregarse el porcentaje que representan las capturas del caballito de mar en la pesca incidental de la que se deriven). Sin embargo, mencionó que tendría que vincularse al cumplimiento de las regulaciones de la SADER en materia de pesca incidental.

2. Internacional

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), por tanto, su comercio internacional está regulado con base en las disposiciones del **Artículo IV** del Texto de la Convención (Reglamentación del comercio en especímenes de especies incluidas en el Apéndice II), el cual establece que:

> "…2. La exportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice II requerirá la previa concesión y presentación de un permiso de exportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:
>
> a) que una Autoridad Científica del Estado de exportación haya manifestado que esa

exportación no perjudicará la supervivencia de esa especie [*mediante la emisión de un Dictamen de Extracción no Perjudicial o NDF*];
b) que una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que el espécimen no fue obtenido en contravención de la legislación vigente en dicho Estado sobre la protección de su fauna y flora; y
c) que una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que todo espécimen vivo será acondicionado y transportado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato.

3. Una Autoridad Científica de cada parte vigilará los permisos de exportación expedidos por ese Estado para especímenes de especies incluidas en el Apéndice II y las exportaciones efectuadas de dichos especímenes. Cuando una Autoridad Científica determine que la exportación de especímenes de cualquiera de esas especies debe limitarse a fin de conservarla, a través de su hábitat, en un nivel consistente con su papel en los ecosistemas donde se halla y en un nivel suficientemente superior a aquel en el cual esa especie sería susceptible de inclusión en el Apéndice I, la Autoridad Científica comunicará a la Autoridad Administrativa competente las medidas apropiadas a tomarse, a fin de limitar la concesión de permisos de exportación para especímenes de dicha especie.

4. La importación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice II requerirá la previa presentación de un permiso de exportación o de un certificado de reexportación.

5. La reexportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice II requerirá la previa concesión y presentación de un certificado de reexportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:
a) que una Autoridad Administrativa del Estado de reexportación haya verificado que el espécimen fue importado en dicho Estado de conformidad con las disposiciones de la presente Convención; y
b) que una Autoridad Administrativa del Estado de reexportación haya verificado que todo espécimen vivo será acondicionado y transportado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato…"

Por otra parte, el **Artículo VII** (Exenciones y otras disposiciones especiales relacionadas con el comercio), establece que:

"3. Las disposiciones de los Artículos III, IV y V no se aplicarán a especímenes que son *Artículos personales o bienes del hogar*. Esta exención no se aplicará si: …
b) en el caso de especímenes de una especie incluida en el Apéndice II:
i) éstos fueron adquiridos por el dueño fuera del Estado de su residencia normal y en el Estado en que se produjo la separación del medio silvestre;
ii) éstos se importan en el Estado de residencia normal del dueño; y
iii) el Estado en que se produjo la separación del medio silvestre requiere la previa concesión de permisos de exportación antes de cualquier exportación de esos especímenes;
a menos que una Autoridad Administrativa haya verificado que los especímenes fueron adquiridos antes que las disposiciones de la presente Convención entraran en vigor respecto de ese espécimen [*Pre convención*]. …

5. Cuando una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que cualquier espécimen de una especie animal ha sido criado en cautividad o que cualquier

espécimen de una especie vegetal ha sido reproducido artificialmente, o que sea una parte de ese animal o planta o que se ha derivado de uno u otra, un certificado de esa Autoridad Administrativa a ese efecto será aceptado en sustitución de los permisos exigidos en virtud de las disposiciones de los Artículos III, IV o V…"

En este sentido, la **Resolución Conf. 13.7 (Rev. CoP17)** sobre "Control del comercio de artículos personales y bienes del hogar" señala que la Conferencia de las Partes en la Convención:

"1. DECIDE que la expresión "artículos personales o bienes del hogar" a que se hace alusión en el párrafo 3 del Artículo VII, se interprete en el sentido de que abarca a los especímenes:

a) de propiedad o posesión personal <u>con fines no comerciales</u>;
b) legalmente adquiridos; y
c) en el momento de la importación, exportación o reexportación bien sean:
i) llevados puestos, transportados o incluidos en el equipaje personal; o
ii) parte de una mudanza de bienes del hogar;

2. DECIDE asimismo que, a los efectos de la presente resolución, el término "espécimen de recuerdo para turistas" se aplique únicamente a los artículos personales y bienes del hogar adquiridos fuera del Estado de residencia habitual del propietario y que <u>no se aplique a los especímenes vivos</u>;

3. ACUERDA que las Partes:

a) reglamentarán los movimientos transfronterizos de animales vivos de propiedad personal legalmente adquiridos de especies incluidas en los Apéndices de la CITES de conformidad con la Resolución Conf. 10.20;
b) no exigirán permisos de exportación o certificados de reexportación para los artículos personales o bienes del hogar que sean especímenes muertos de especies incluidas en el Apéndice II, así como de sus partes y derivados, salvo: …
iv) para lo siguiente, cuando las cantidades sobrepasen los límites establecidos: …
– caballitos de mar (*Hippocampus* spp.) – hasta cuatro especímenes por persona;"

Sin embargo, el **Artículo 53** de la **Ley General de Vida Silvestre** establece una medida nacional más estricta al permitir únicamente la exportación de artículos de uso personal siempre y cuando no excedan de dos piezas del mismo producto. Cabe mencionar que aparentemente no existe una Notificación a las Partes que informe sobre esta medida implementada en México.

Asimismo, la **Resolución Conf. 10.16 (Rev.)** sobre "Especímenes de especies animales criados en cautividad" establece que la Conferencia de las Partes en la Convención:

"En lo que respecta a la expresión *criado en cautividad*

2. DECIDE que:

a) la definición que figura a continuación deberá aplicarse a los especímenes criados en cautividad de especies incluidas en los Apéndices I, II o III, <u>independientemente de que se críen o no con fines comerciales</u>; y
b) la expresión *criado en cautividad* se interprete en el sentido de que se refiere únicamente a especímenes nacidos u otramente criados en un medio controlado, en el sentido en que se define en el párrafo b) del Artículo I de la Convención, y sólo se aplicará si:

i) los parentales se aparearon o los gametos se transmitieron de otro modo en un medio controlado, en caso de reproducción sexual; o de parentales que se encontraban en un medio controlado en el momento en que se inició el desarrollo de la progenie, en caso de reproducción asexual; y

ii) el plantel reproductor, a satisfacción de las autoridades gubernamentales competentes del país exportador:

A. se estableció de conformidad con las disposiciones de la CITES y la legislación nacional y sin perjudicar la supervivencia de la especie en el medio silvestre;

B. se mantiene sin introducir especímenes silvestres, salvo la adicción eventual de animales, huevos o gametos con arreglo a las disposiciones de la CITES y a la legislación nacional y de forma que no sea perjudicial para la supervivencia de la especie en el medio silvestre según haya aconsejado la Autoridad Científica:

1. para prevenir o mitigar la endogamia nociva; la magnitud de dicha adición se determinará en función de la necesidad de obtener material genético nuevo; o

2. para disponer de animales confiscados con arreglo a la Resolución Conf. 17.81; o

3. excepcionalmente, para utilizarlo como plantel reproductor; y

C. 1. ha producido progenie de segunda generación (F2) o generaciones subsiguientes (F3, F4, etc.) en un medio controlado; o

2. se gestiona de tal manera que se ha demostrado fehacientemente que es capaz de producir progenie de segunda generación en un medio controlado; y…"

Actualmente, el **trámite** para solicitar este tipo de actividad para caballitos de mar se denomina "Autorización, permiso o certificado de importación, exportación o reexportación de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre" y puede realizarse en línea, en los Espacios de Contacto Ciudadano de las 31 delegaciones de SEMARNAT en los estados o ante la DGVS ubicada en la CDMX, por un costo de $631.51 MXN; posteriormente, es necesario tramitar el "Aviso una vez realizada la importación, exportación o reexportación sujeta a permiso o certificado de la CITES", que es gratuito (pueden consultarse los detalles de ambos trámites en la página oficial www.gob.mx/tramites). La PROFEPA es la autoridad responsable de emitir los **registros de verificación** de este tipo de autorizaciones/permisos (SEMARNAT, 2012a) a través del Sistema Institucional de Registro de Verificación que opera en 57 oficinas que atienden 65 puntos de revisión en puertos, aeropuertos y fronteras del país (PROFEPA, 2017).

Por otra parte, la **Resolución Conf. 10.21 (rev. CoP16)** sobre "Transporte de especímenes vivos" recomienda a las Partes adoptar medidas adecuadas para promover la utilización plena y eficaz por parte de las Autoridades Administrativas de la "Reglamentación para el transporte de animales vivos de la IATA" y las "Directrices de la CITES para el transporte no aéreo de animales y plantas vivos" para la preparación y transporte de especímenes vivos.

Adicionalmente, Koldewey (2005) proporciona recomendaciones específicas para el transporte de caballitos de mar con respecto a las características del empaque, número de individuos por empaque, consideraciones sobre el tránsito de los especímenes, etiquetado, documentación y comunicación.

Cabe resaltar que en varias fuentes de información consultadas se menciona que la captura y comercio de caballitos de mar silvestres en México es ilegal (p.e. evaluaciones en 2016 de *H. ingens* y *H. reidi* en la Lista Roja de la UICN; Foster *et al.*, 2018; Vincent *et al.*, 2011a; Foster, 2008; Baum y Vincent, 2005), pero en ninguna se incluyen referencias a la legislación correspondiente. Al parecer, la primera publicación en donde se menciona esta situación es Baum y Vincent (2005) que

indica que dicha captura/comercio es ilegal desde 1994 **excepto cuando se trata de pesca incidental**, y Vincent *et al.* (2011a) señalan que la captura de peces de ornato estaba prohibida en México entre mediados de 1990 y 1999, y que los "oficiales de pesca citaron la singularidad y las disminuciones poblacionales como razones para la prohibición, agregando que, en ausencia de conocimiento científico sobre las especies, el Gobierno Mexicano estaba siendo precautorio".

A raíz de ello, se hicieron búsquedas en el Diario Oficial de la Federación, y adicionalmente se revisaron publicaciones sobre la normatividad pesquera (p.e. Celaya y Almaraz, 2018), pero no se encontraron registros de vedas ni restricciones similares aplicables a los caballitos de mar o peces de ornato. Aparentemente, esta situación pudo haberse derivado de la aplicación del principio precautorio por parte de las autoridades en aquel entonces, según menciona Piña Espallargas (2004) o a que el Artículo 70 del Reglamento de la Ley de Pesca (SEPESCA, 1992 SEMARNAP, 1999) indicaba que "la Secretaría no otorgará estos permisos [para recolectar y exhibir o vender especies acuáticas con fines de ornato], cuando se pretenda recolectar especies sujetas a alguna categoría de protección, de conformidad con las normas y demás disposiciones legales aplicables" (y en la versión de 1992, Artículo 38 "…especies en peligro de extinción o con limitado potencial reproductivo."). Sin embargo, los caballitos de mar se incluyeron en la NOM-059 hasta su versión 2001 (SEMARNAT, 2002), por lo que a partir de 2002 su gestión recae en la LGEEPA y la LGVS, mismas que no prohíben el aprovechamiento de especies en riesgo (sólo incluyen requisitos más estrictos; ver detalles adicionales en el **Apartado V.2**.).

IV. Estado y acciones de conservación

Decenas de millones de caballitos de mar, principalmente secos, se comercializan anualmente entre 80 países para cubrir la demanda de la medicina tradicional (principalmente en China), el acuarismo y el mercado de curiosidades/*souvenirs*, y alrededor de 37 millones se capturan incidentalmente en promedio cada año (entre 6 y 159 millones); su sobreexplotación y el daño a su hábitat han generado la disminución significativa de sus poblaciones silvestres (Lawson *et al.*, 2017; Vincent *et al.*, 2013). De acuerdo con entrevistas realizadas a pescadores hasta el año 2000, las poblaciones en el Caribe y Pacífico mexicanos habían disminuido alrededor del 72% y 86%, respectivamente (B. Giles, sin publicar en Vincent *et al.*, 2011b).

1. Estatus en los diferentes listados de riesgo y CITES

El **Cuadro 3** muestra el estatus de las especies mexicanas de caballitos de mar en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de la UICN y CITES.

Cuadro 3.- Estatus de las especies mexicanas de caballitos de mar en distintos listados. *Pr=Sujeta a Protección Especial, VU=Vulnerable, NT=Casi amenazada, LC=Preocupación Menor, DD=Datos Deficientes*

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista Roja de la UICN (Categorías de riesgo, año de evaluación y tendencia)	CITES
H. erectus	Pr Desde 2001, sin MER, no endémicas	VU Global (2016; VU desde 1996) ↓ VU Golfo de México (evaluación 2014) ↓	Apéndice II (*Hippocampus* spp.) Desde 2004 Exención (hasta 4 especímenes por persona*)
H. ingens		VU Global (2016) ↓	
H. reidi		NT Global (2016; 1996 VU, 2003 DD) ↓ LC Golfo de México (evaluación 2014) **?**	
H. zosterae		LC Global (2016; 1996 VU, 2003 DD) ➔ NT Golfo de México (evaluación 2014) **?**	

* Resolución Conf. 13.7 rev. CoP17 – Control del comercio en artículos personales y bienes del hogar

Ninguna de las especies mexicanas se encuentra listada en la *Endangered Species Act* de EUA (principal importador) hasta la fecha (ver información sobre *H. zosterae* en el **Apartado I**).

2. Conservación y cría en cautiverio en México

Hippocampus erectus es la única especie de caballito de mar mexicana que se encuentra en la "Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación" (SEMARNAT, 2014) y como tal, el Artículo 62 de la LGVS establece que "la Secretaría deberá implementar programas para la conservación, recuperación, reproducción y reintroducción en su hábitat…, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados."

a) Monitoreo poblacional

La mayoría de las instituciones académicas que trabajan con caballitos de mar se enfocan en el cultivo de estas especies.

Existen iniciativas de ciencia y conservación ciudadanas como *iSeahorse* (*Project Seahorse*) y Naturalista (CONABIO), que cuentan con datos de observaciones de caballitos de mar. Hasta la fecha, se reportan 2 observaciones en *iSeahorse* para *H. ingens* en México (Sonora y Baja California; 2018) y 90 observaciones en Naturalista para 3 especies (45 *H. ingens*, 35 *H. reidi* y 9 *H. erectus*) entre 2012 y 2019. Cabe resaltar que *Project Seahorse* cuenta con manuales/*toolkits* disponibles en línea que incluyen métodos y formatos de campo estandarizados para el monitoreo poblacional y de pesquerías de caballitos de mar.

b) Áreas Naturales Protegidas

Bruckner *et al.* (2005) mencionan que entre las Áreas Naturales Protegidas más importantes para los caballitos de mar se encuentran: el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, los Parques Nacionales Arrecifes de Cozumel, Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, Bahía de Loreto, Cabo Pulmo, Sistema Arrecifal Veracruzano, Isla Contoy y la Reserva de la Biósfera del Vizcaíno.

De acuerdo con CONANP, se ha registrado la presencia de caballitos de mar en 24 Áreas Naturales Protegidas (10 Reservas de la Biósfera - RB, 9 Parques Nacionales – PN y 5 Áreas de Protección de Flora y Fauna - APFF), mismas que se muestran en el **Cuadro 4**, que incluye también la superficie total de las ANP y la superficie marina protegida (total y en las zonas núcleo, donde existen las mayores restricciones para actividades productivas como la pesca). En general, las profundidades en las diferentes superficies marinas protegidas en las zonas núcleo de estas ANP corresponden a las reportadas para la presencia de caballitos de mar y algunos programas de manejo mencionan el tipo de hábitat/vegetación (p.e. pastos marinos, manglares). Sin embargo, el nivel de detalle de la información no permite estimar la superficie marina con posible presencia de caballitos de mar (ver **retos y propuestas de acción** del presente proyecto (resumen ejecutivo), que incluyen analizar la superficie protegida con respecto a la estimación de distribución potencial de caballitos de mar).

Cuadro 4.- Áreas Naturales Protegidas con presencia de caballitos de mar. *RB = Reserva de la Biósfera, PN = Parque Nacional, APFF = Área de Protección de Flora y Fauna.*

ANP	Especies	Superficie total (T), superficie marina con respecto a la total (SM), zona núcleo (N), superficie marina de la zona núcleo (SMN) (ha)*
RB Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	*H. ingens* *H. reidi***	T: 934,756.25 SM: 527,608.70 N: 164,779.75 (cauce principal, islas, ciénegas, esteros, canales y zonas someras).
RB Zona Marina Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y Salsipuedes	*H. ingens*	T: 387,956.88 SM: 387,473.68 N: 206-91-74.37 (esteros y costas)
RB Caribe Mexicano	*H. erectus*	T: 5,754,055.36 SM: 5,725,465.86 SMN: 10,089.05 (profundidades menores a 100m; sub zonas de uso restringido; presencia de pastos marinos y corales)
RB Complejo Lagunar Ojo de Liebre	*H. ingens*	T: 79,328.97 SM: 10,931.16 (área marina al norte del paralelo 28 que abarca parte de la laguna Guerrero Negro y toda la laguna Manuela; al sur del paralelo 28 está protegida de acuerdo al plan de manejo de la RB Vizcaíno) SMN: 2,648.58 (sub zona de preservación del complejo; presencia de praderas de pastos marinos)
RB Vizcaíno	*H. ingens*	T: 2,546,790.25 SM: 287,787.30 SMN: 15,265.75 (zona norte de la laguna Ojo de Liebre, Isla Arena y zonas litorales de la laguna Guerrero Negro; varias islas dentro de la reserva son consideradas zona núcleo, pero el plan de manejo no especifica si las porciones de agua adyacentes están incluidas; de acuerdo a los mapas, las islas están rodeadas por zona de amortiguamiento donde se permite la pesca)
RB Los Petenes	*H. erectus* *H. zosterae*	T: 282,857.62 SM: 181,991.10 (sub zona marina de aprovechamiento sustentable de recursos naturales) SMN: no existe zona núcleo en la superficie marina.
RB Marismas Nacionales Nayarit	*H. erectus***	T: 133,854.39 (incluye el componente de aguas continentales; marismas). SMN: no existe zona marina delimitada ZN: 1,208.78 ha totales, dentro de las cuales las sub zonas de protección Las Haciendas y Toromocho (1,184.49 ha) presentan mangle rojo
RB Ría Celestún	*H. erectus* *H. zosterae*	T: 81,482.33 SM: 19,555.76 SMN: no existe zona núcleo dentro de la superficie marina.
RB Ría Lagartos	*H. erectus*	T: 60,347.82 (incluye el componente de aguas continentales; Ría) N: 23,681.55 (sólo algunas áreas son zonas inundables en la ría, con presencia de manglares o esteros)
RB Sian Ka´an	*H. erectus* *H. reidi*	T: 528,147.66 SM: 153,135.79 SMN: 14,253.76 (sub zona de uso restringido Fondo de las Bahías) y 6,105 (zona núcleo de Cayo Culebras constituida primordialmente por zona marina y cayos)
PN Archipiélago de San	*H. ingens*	T: 58,442.80 (zona Marina del Archipiélago de San Lorenzo)

Lorenzo		SMN: 8,805.76 (tres zonas núcleo que comprenden áreas costeras)
PN Arrecife Alacranes	*H. spp.*	T: 333,768.51 SMN: 31,670.09 (incluye las islas dentro del polígono)
PN Arrecifes de Cozumel	*H. reidi*	T: 11,887.88 N: 1,432.16 (zona arrecifal de la zona I de uso restringido, donde está prohibido realizar todo tipo de pesca).
PN Bahía de Loreto	*H. reidi*	T: 206,580.75 SM: 184,888.67 SMN: 6,219.30 (sub zona de preservación marina y humedales)
PN Cabo Pulmo	*H. ingens*	T: 7,111.01 SMN: 7,072.15 (sólo se permite pesca de subsistencia desde bote en sub zonas de aprovechamiento con artes de pesca que impiden el enmalle de pesca incidental)
PN Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc	*H. erectus*	T: 8,673.06 (todo el PN es superficie marina) SMN: 436.3881 (sub zona de preservación; unidades arrecifales restringidas)
PN Isla Contoy	*H. erectus*	T: 5,126.25 SMN: 3,728.34 (superficie marina donde no se permite pesca)
PN Isla San Pedro Mártir	*H. ingens*	T: 30,165.23 SMN: 825.12 (superficie marina donde no se permite pesca)
PN Lagunas de Chacahua	*H. ingens*	T: 14,896.07 (incluye aguas continentales; lagunas) N: 2,700.02 (corresponde a lagunas, pero es una sub zona de uso tradicional acuático "Los Camarones", donde está permitida la pesca de escama y camarón)
APFF Balandra	*H. ingens*	T: 2,512.73 SM: 1,193.20 ZN: 309-05-65 (de las cuales el área de superficie marina no está especificada, pero se reportan áreas cubiertas con manglar, arrecifes rocosos, y superficies someras con pastos marinos y algas).
APFF Cabo San Lucas	*H. ingens*	T: 3,996.04 SM: 3,787.99 (reportada en la ficha del SIMEC) No existe plan de manejo y el decreto no incluye zonificación
APFF Laguna de Términos	*H. erectus* *H. zosterae*	T: 706,147.67 SM: 158,868.96 (reportada en la ficha del SIMEC, donde existe una franja de veda permanente de pesca de camarón de 100m a partir de la línea de manglar. Sin embargo, se permiten otros tipos de pesca (este criterio aplica en tanto no se cuente con el ordenamiento pesquero)
APFF Laguna Madre y Delta del Río Bravo	*H. zosterae*	T: 572,808.60 (incluye cuerpos de agua) N: la sub zona de preservación (61,001.75ha) incluye islas interiores y de barrera, marismas, cuerpos de agua permanentes y el delta del río Bravo. Varios cuerpos de agua cuentan con mangle y pastos marinos. La pesca se permite sólo en Laguna del Barril (2,068.22ha, intermitente) y Laguna la Nacha (4,208.60ha).
APFF Meseta de Cacaxtla	*H. reidi*	T: 50,862.31 (incluye cuerpos de agua) SMN: no existe zona núcleo en ambientes estuarinos donde se prohíba la pesca. En las zonas costeras, bordeando los brazos de los esteros, se pueden encontrar manglares, pero sólo el estero Mendías-Puyeque (319.41 ha) tiene boca viva y se permite la pesca.

*De acuerdo a los programas de manejo y fichas de las ANP disponibles en la página web de la CONANP

(https://simec.conanp.gob.mx/index.php) y consultados para el presente proyecto.
** Posible error en la información de CONANP, pues las especies no se distribuyen en ese litoral del país.

Por otra parte, al parecer no existen programas, iniciativas ni acciones de conservación ni manejo (p.e. monitoreo) en ANP enfocadas a los caballitos de mar o su hábitat o evaluaciones de la efectividad en la implementación de los programas de manejo de dichas áreas.

c) Pesca incidental, descartes y pesca IUU

En general, los desembarques de pesquerías de especies no comestibles rara vez se reportan debido a que usualmente provienen de pescadores a pequeña escala en países en desarrollo o son capturadas incidentalmente en artes de pesca no selectivas; en los pocos casos en los que existen registros, éstos se encuentran agrupados por categorías, lo que dificulta contar con información a nivel de especie (Baum y Vincent, 2005). Cuando los caballitos de mar no se consideran valiosos para su recuperación de la pesca incidental, presumiblemente se descartan o se procesan como subproducto de menor calidad (p.e. comida para peces) junto con el resto de especies capturadas incidentalmente (Vincent *et al.,* 2011b). Asimismo, los pocos estudios que han evaluado la captura incidental en peces no comerciales e invertebrados se concentran en la tasa de sobrevivencia de los individuos sin evaluar los efectos a nivel poblacional, que en el caso de los caballitos de mar se infiere pueden ser significativos, pues la pesca de arrastre intensiva generalmente ocurre en su hábitat y las características de su historia de vida pueden hacerlos vulnerables a la sobreexplotación (Baum *et al.,* 2003).

Hernández-Roque *et al.* (2018) señalan que se cuenta con datos sobre la fauna de acompañamiento y descarte generada por la pesca de arrastre de camarón industrial o semi-industrial en las principales regiones de producción (Golfo de Tehuantepec, Golfo de California y Golfo de México; ver datos más adelante), aunque estos aspectos han sido poco estudiados para la pesca ribereña/artesanal de camarón en lagunas costeras, donde se utilizan la atarraya (de acuerdo a la NOM-002-SAG/PESC-2013) y el copo camaronero (una de las formas de pesca ilegal más común en el Golfo de Tehuantepec) como artes de pesca, por lo que en general, se carece de valores referentes sobre riqueza, abundancia, biomasa y composición, así como de atributos asociados a las poblaciones como edades o proporciones sexuales en el Pacífico mexicano.

Baum *et al.* (2003) señalan que:

- La captura incidental de *H. erectus* en la pesquería de arrastre de camarón de Hernando Beach, Florida en el Golfo de México representa casi 72,000 individuos por año con base en la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE; 31 botes, 240 noches al año), dicha CPUE está principalmente influenciada por la variación temporal (y en menor medida por la fase lunar) y es posible que la población de caballitos de mar estuviera estructurada espacialmente (segregación por sexo, etapa reproductiva, talla y edad).
- La mayor parte de los individuos eran liberados y la mortalidad por captura era baja (1%), pero se desconoce la mortalidad post-liberación (Foster y Vincent 2016 consideran que un caballito capturado y liberado es un individuo perdido para la población por la baja probabilidad de que sobreviva, encuentre pareja o hábitat adecuado) y este tipo de pesquería puede tener efectos potenciales adversos directos e indirectos para las poblaciones (p.e. heridas como la pérdida de segmentos de la cola, estrés acumulativo, perturbación de las parejas por el sesgo hacia algún sexo en las capturas y degradación del hábitat), aunque reconocen que sus resultados no son concluyentes en este sentido y que es probable que las artes de pesca selectivas no sean efectivas para este tipo de especies, por lo que restricciones espacio-temporales podrían constituir mejores opciones para reducir la pesca incidental.

En México, la captura incidental de caballitos de mar se ha reportado en diferentes tipos de redes: dragas, agalleras, cerco y arrastre, siendo estas últimas las de mayor impacto (Lawson *et al*., 2017), y en las que se ha registrado la captura de *H. erectus, H. ingens* y *H. reidi* (Pollom, 2017b; Baum *et al.*, 2003; Branco *et al*., 2015).

Alrededor del año 2000, las capturas incidentales anuales en México se estimaron en 835-1,590 kg equivalentes a ~350,000 individuos (Lawson *et al.*, 2017), con entre 199,000 y 300,000 caballitos de mar secos por año provenientes de las costas del Pacífico (239 ind/kg) y entre 53,000 y 60,000 caballitos de mar secos (125-140 kg) de las costas del Atlántico (425 ind/kg), con flotas de 1,300 y 658 barcos, respectivamente (aparentemente esta información fue provista por SEMARNAT; Bruckner *et al.*, 2005); no obstante, las autoras mencionan que los únicos datos de SEMARNAT disponibles en aquel entonces indicaban hasta 60kg (alrededor de 15,000 individuos) capturados y vendidos por un solo barco en el Pacífico en 1999 (Baum y Vincent, 2005; Vincent *et al.*, 2011a). Sin embargo, los caballitos no se capturan en todas las zonas de pesca y los barcos operan en diferentes zonas, por tanto, al parecer no hay una relación directa entre el tamaño de la flota pesquera y la captura incidental de caballitos de mar (Bruckner *et al.*, 2005).

Cabe mencionar que según datos de SAGARPA (2000), la flota camaronera en 2000 era de 1,649 barcos en el Pacífico y 734 en el Atlántico, un poco mayor a la reportada por Baum y Vincent (2005); mientras que en 2017 la flota fue de casi la mitad, con 757 botes en el Pacífico y 312 en el Golfo y Caribe. Al parecer, esta situación se deriva de un programa de retiro voluntario de embarcaciones mayores (INAPESCA, 2016). No obstante, la producción de camarón en México ha aumentado a una tasa de crecimiento anual de 1.67% en los últimos 10 años y ocupa el segundo lugar de la producción pesquera nacional (CONAPESCA, 2017).

Lawson *et al*. (2017), indican que la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) promedio de caballitos de mar es de 1.02 ind/barco/día en redes de arrastre (0.19 a 2.15) y de 0.53 ind/barco/día (0.03 a 3) en redes agalleras de acuerdo a entrevistas con pescadores en México (Baum y Vincent, 2005). Dado que estas tasas no varían significativamente entre artes de pesca, dichos autores resaltan que los esfuerzos por monitorear y regular la pesca incidental deben enfocarse más allá de las redes de arrastre en las que generalmente se concentran.

A continuación, se presentan datos de algunos estudios sobre pesca incidental en redes de arrastre:

Pacífico

- De acuerdo con la Carta Nacional Pesquera 2018 (CNP; SAGARPA, 2018) en la pesca de camarón del Pacífico se identificaron 537 especies de fauna de acompañamiento del camarón (FAC) o pesca incidental (74% peces y 17% crustáceos), de las cuales *H. ingens* se considera común en las capturas pues presenta un valor de 0.00161% (índice de abundancia relativa; INAPESCA, 2016).
- Rodríguez-Romero *et al.* (2012) estudiaron la fauna de acompañamiento de la pesquería de arrastre de camarón en la costa oriental del Golfo de California entre 2004 y 2005 en la flota de Guaymas, Sonora (observadores a bordo). En 32 viajes de pesca de 13 barcos se realizaron arrastres de 3-5 hrs a 5.5km/h y se efectuaron capturas a profundidades de 4-137m por un total de 2,331 kg. Se recolectaron 373 muestras (15-20 kg) y se identificaron 240 especies entre 2.2 y 94.7cm de longitud total, incluyendo *H. ingens* que se consideró rara (proporción menor al 0.01% de las capturas).
- Herrera-Valdivia *et al*. (2016) estudiaron la composición taxonómica de los peces en el norte del Golfo de California en la pesca de arrastre de camarón, a partir de 119 arrastres con red

de pesca comercial a profundidades entre 9 y 90m en 14 viajes de pesca con observadores a bordo de 13 embarcaciones de flota comercial en las temporadas 2009-2010 y 2010-2011 (septiembre-marzo). En muestras al azar de 20kg se identificaron 43 especies, incluyendo *H. ingens*.

- Hernández-Roque *et al*. (2018) estudiaron una pesquería ribereña (artesanal) de camarón no regulada en la laguna costera Mar Muerto al norte del Golfo de Tehuantepec. Utilizaron 4 copos camaroneros (principal arte de pesca ilegal en el Golfo de Tehuantepec) entre octubre de 2017 y enero de 2018 para realizar 16 despliegues (4/mes) de 7 hrs c/u (18:00-1:00 hrs) en días de viento "Tehuano" (<40 km/h). El peso de captura total fue de 1,494.8 kg, peso de camarón de 620.5 kg y descarte de 455.04 kg, con una proporción promedio descarte:camarón 2.6:1 (1.25:1 – 6.17:1) e ictiofauna de descarte:camarón 1.89:1. Con el 10% de sub muestra de la ictiofauna, se observaron 73 especies con talla promedio 9.9±9cm (mayoría de individuos juveniles y sub-adultos). El 45.83% se consideraron especies raras (se encontraron en menos del 10% de los despliegues), incluyendo *H. ingens* (un individuo capturado de 12cm de longitud estándar y 4.5 gr; nuevo registro local para la laguna).

Golfo de México

- *H. erectus* presenta capturas incidentales esporádicas en la pesquería de escama del Banco de Campeche y en la pesquería de arrastre de camarón (Programa de observadores científicos de pesquerías de escama del INP; informe de México en Bruckner *et al*., 2005).
- Flores Hernández *et al.* (2007; en SAGARPA, 2014a) registraron 93 especies de peces en la zona de pesca del camarón siete barbas (Campeche, Tabasco) entre 2005 y 2006, incluyendo a *H. erectus* e *Hippocampus* sp.
- Yáñez-Arancibia (1986) realizó 11 campañas oceanográficas entre 1978 y 1985 en la Sonda de Campeche que consistieron en 160 colectas con redes de arrastre en 81 estaciones de muestreo y reporta 152 especies, incluyendo a *H. hudsonius* (sinónimo de *H. erectus*).
- Otros estudios en la plataforma continental de Veracruz de Abarca-Arenas *et al.* (2004) y Morán-Silva *et al.* (2017), en las costas de Tamaulipas de Wakida-Kusunoki *et al*. (2013), en las costas de Campeche de Wakida-Kusunoki (2005) y en el Golfo de México y Atlántico Sur de EUA de Scott-Denton *et al*. (2012) no reportaron captura incidental de caballitos de mar.
- El Plan de Manejo Pesquero de camarón rojo y camarón roca de los Caladeros de Contoy, Quintana Roo (SAGARPA, 2014b) señala que hasta ese momento no se habían realizado estudios específicos para determinar la composición de la captura incidental por efecto del arrastre de las redes camaroneras.

Asimismo, existen datos adicionales sobre la pesca incidental, descartes y pesca IUU en México que pueden servir de referencia:

- De acuerdo a la compilación de Pramod *et al.* (2008):
  - Alrededor del 20-30% de las capturas en el Golfo de California y el Océano Pacífico y hasta el 40% de la pesca de camarón y tiburón del Golfo de California podrían ser ilegales – IUU (Weiner, 2002; Lozano y Pitcher, en prensa).
  - Se estimó un 42% (19,000 ton por año) de descarte en la pesquería de camarón del Golfo de México y 76.6% (114,000 ton) en la del Pacífico, aunque la implementación de planes de manejo y dispositivos de reducción de pesca incidental (BRDs) han disminuido en 40% la mortalidad por pesca incidental de peces en comparación con los niveles de 1998 (Bojórquez, 1998; Kelleher, 2005).
  - La proporción de camarón:fauna de descarte en el Golfo de California es de 1:10, utilizando los dispositivos de exclusión de tortugas y peces es de 1:6 y utilizando los dispositivos modernos de exclusión podría lograrse una reducción de hasta 1:2 (Campoy-Fabela, 2002).
- López-Martínez *et al*. (2012) presentan una compilación de estudios sobre la proporción

camarón:fauna de acompañamiento en la pesquería industrial de camarón del Golfo de California (promedio 10.8:1 entre 1978 y 2005). Concluyen que es prácticamente imposible efectuar arrastres en zonas costeras tratando de obtener una relación camarón:FAC 1:1 con las redes utilizadas en la actualidad, y que la relación camarón:FAC no ha cambiado con el tiempo, por lo que es una medida poco confiable del posible impacto de los arrastres en las comunidades bentónicas del Golfo de California.

Con respecto a las pesquerías de camarón, aparentemente ha habido avances en materia de gestión y manejo, que podrían tener efectos positivos para las poblaciones de caballitos de mar:

- De acuerdo con la Carta Nacional Pesquera 2018 (CNP; SAGARPA, 2018) en la pesca de camarón del Pacífico:
  - El plan de manejo pesquero está en proceso de elaboración
  - Las embarcaciones mayores utilizan dispositivos excluidores de peces (DEP)
  - Existe una norma oficial mexicana que regula su aprovechamiento (NOM-002-SAG/PESC-2013)
  - Existen periodos de veda temporales para proteger la reproducción y el crecimiento con fechas variables, generalmente entre marzo y septiembre de cada año.
  - Consta de 850 barcos, 93% de los cuales se concentran en Sinaloa y Sonora (Golfo de California)
  - Como parte de las recomendaciones de manejo se incluye implementar un programa de monitoreo y seguimiento de la pesquería que permita evaluar su impacto bajo la coordinación y supervisión del INAPESCA
  - Asimismo, se incorporaron a la CNP 45 fichas técnicas sobre pesca en Áreas Naturales Protegidas y entre los lineamientos más relevantes se encuentran:
    - La prohibición del aprovechamiento extractivo de flora y fauna en algún estatus de riesgo o listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010
    - Toda actividad de pesca comercial que pueda poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas quedará sujeta al artículo 28 fracción XII de la LGEEPA y su reglamento en materia de ANP.
    - Se permite la pesca de arrastre de fondo o media agua, siempre y cuando se cumplan con las disposiciones de la LGEEPA y su Reglamento en materia de ANP en los términos de los artículos 81 incisos d) y f) [“d) no se afecten zonas de reproducción o especies en veda o riesgo; f) los aprovechamientos pesqueros no impliquen la captura incidental de especies consideradas en riesgo por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables…”]; 87 fracciones IV y VII [fracción “IV.- utilizar métodos de pesca que alteren el lecho marino”] y 88 fracción VI [se requerirá autorización de la SEMARNAT para el aprovechamiento de recursos pesqueros dentro de ANP].
- INAPESCA (2016) señala que a partir de la temporada 2016-2017 los Dispositivos Reductores de Fauna de Acompañamiento (DEP o *BRD, Bycatch Reduction Devices*) serán obligatorios para toda la flota camaronera, mismos que son idénticos a los instrumentados por EUA, por lo que se espera que el impacto de las redes de arrastre sobre otras especies y el ambiente sea mitigado de manera apreciable. Esta disposición se encuentra reflejada en la NOM-002-SAG/PESC-2013 (apartado 4.3.9).
- A través del INAPESCA, México participa en la segunda fase del proyecto REBYC-II LAC “Gestión sostenible de la captura incidental en la pesca de arrastre de América Latina y el Caribe” de la FAO (2015-2020; http://www.fao.org/in-action/rebyc-2/en/), que es una continuación del proyecto REBYC-I “Reducción del impacto ambiental de la pesca de arrastre de camarón tropical a través de la Introducción de Tecnologías de Reducción de captura incidental y cambios de gestión” (2002-2008) en el que también participó México. Entre otros aspectos, este proyecto pretende apoyar la implementación de las “Directrices

internacionales para la ordenación de las capturas incidentales y la reducción de los descartes" (Directrices B&D por sus siglas en inglés; FAO, 2011b) y las "Directrices Voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza" (Directrices PPE; FAO, 2018) de la FAO.

d) Reintroducción

Entre 1996 y 2004, el Acuario de Mazatlán realizó liberaciones de entre 800 y 1,000 individuos al año, mientras que la Universidad Autónoma de Sinaloa reintroducía el 50% de su producción (Bruckner *et al.*, 2005). De acuerdo con la página web del Acuario de Mazatlán (http://acuariomazatlan.com/blog/), como parte del "Programa de repoblación de áreas afectadas" reiniciado en 2011, trabajan en la reintroducción de ejemplares de *H. ingens*, de los cuales han liberado 140 en 2013 y 300 en 2014 (con presencia de inspectores de la SEMARNAT). Adicionalmente, con base en entrevistas al personal del acuario (2019) se reintroducen entre 300 y 500 individuos (3 meses, 6-7cm, 1:1) cada 4 meses aproximadamente y estiman que de cada 1,000, sobreviven alrededor de 20-25 individuos.

Cabe mencionar que Vincent *et al*. (2011a) señalan que las reintroducciones de caballitos de mar deben evaluarse con sumo cuidado ya que tienen el potencial de dañar severamente las poblaciones silvestres y los ecosistemas marinos, principalmente debido a que pueden 1) transmitirse enfermedades a los individuos silvestres, 2) amenazar la diversidad genética de las poblaciones, y 3) perturbar la estructura y función de las comunidades marinas. Por tanto, consideran que siempre será preferible enfocar esfuerzos en incrementar la viabilidad de las poblaciones silvestres en lugar de capturar individuos para su crecimiento en cautiverio y posterior liberación.

V. Características y niveles de aprovechamiento

1. Usos y aprovechamiento

Como se mencionó anteriormente, los caballitos de mar en México se utilizan como dos tipos de especímenes: 1) secos, en su mayoría de origen silvestre y capturados incidentalmente en las pesquerías de camarón, a nivel nacional como curiosidades o se exportan para su uso en medicina tradicional, principalmente en Asia; y 2) vivos, tanto a nivel nacional como para exportación en el mercado del acuarismo, provenientes del medio silvestre, de la cría en cautiverio y de importación (Baum y Vincent, 2005; Vincent *et al.*, 2011a).

De acuerdo con Gijón-Díaz *et al*. (2017), dado que la extracción de especies marinas ornamentales no ha sido considerada como una pesquería en México, no existe información de la producción nacional en los Anuarios Estadísticos de Pesca, y por tanto, se desconoce el volumen real de capturas y el lugar que ocupa el país a nivel mundial en este rubro. Únicamente se sabe que alrededor del 98% del producto de ornato se exporta a Estados Unidos y el resto se comercializa a nivel nacional en la CDMX y Guadalajara (Piña-Espallargas, 2004). Por otra parte, la extracción de especies de acuario se caracteriza por ser multi específica (Reyes- Bonilla *et al*., 2009), y el volumen de las capturas no depende directamente de la abundancia estacional de las especies, o de los envíos por parte de los productores (oferta), sino de las solicitudes que se hagan de los organismos por parte de los intermediarios, es decir, de la demanda (Piña-Espallargas, 2000).

La mayor parte de los caballitos de mar en el comercio internacional (95%) provienen de la pesca incidental de barcos camaroneros de arrastre y junto con Filipinas, Tailandia, India y Malasia, México es de los países con mayor volumen de pesca incidental de caballitos de mar (Vincent *et al.*, 2011b).

Por otra parte, aproximadamente ⅓- ¼ del mercado de caballitos de mar vivos (2,100-5,000 individuos) en 2000 provinieron de capturas de buzos en el Pacífico y el resto de la cría en cautiverio (1,700-2,500 individuos), mientras que alrededor de 4,400-7,100 eran importados anualmente (Baum y Vincent, 2005; Vincent *et al.*, 2011a). De acuerdo a un informe de México (Bruckner *et al.*, 2005), los pescadores entrevistados indicaron que las capturas más abundantes de *H. erectus* y *H. reidi* se realizan en Quintana Roo (cerca de las islas Contoy, Mujeres y Cozumel) y en Yucatán (cerca de la Bahía de Celestún y Puerto Progreso) en zonas rocosas y con arrecifes coralinos; mientras que *H. ingens* se captura con mayor frecuencia en Oaxaca y Chiapas (Salina Cruz, Barra San Francisco y Puerto Arista). En aquella época no se encontró a *H. zosterae* en el comercio y se consideró que por su tamaño reducido era difícil que se comercializara (Baum y Vincent, 2005; Vincent *et al.*, 2011a).
De acuerdo con información proporcionada por la DGVS:

- Existen actualmente ocho UMA intensivas y cinco PIMVS registrados para el manejo de caballitos de mar, en su mayoría *H. ingens* y *H. erectus*. De éstos, cuatro corresponden a los acuarios: Acuario de las Californias (Baja California Sur), Acuario de Veracruz (Veracruz), Acuario Público Colección Zoológica (Ciudad de México) y Acuario Michin Guadalajara (Jalisco).
- Entre 2005 y 2018, la DGVS autorizó el aprovechamiento a cuatro UMA intensivas/PIMVS de un total de 67,587 caballitos de mar vivos y 2,892 muertos.
- De los ~70,000 caballitos de mar autorizados para aprovechamiento, sólo para ~16,000 (~22%) se emitieron permisos de exportación y sólo ~5,500 se exportaron efectivamente (~8%).
- A pesar del número reducido de UMA/PIMVS y autorizaciones de aprovechamiento de caballitos de mar, su venta y comercialización también se realiza en mercados, acuarios y a través de distribuidores.

2. Impacto de la cría en cautiverio en las poblaciones silvestres y cumplimiento de la Resolución Conf. 10.16 (Rev.)

El desarrollo comercial de la acuacultura de caballitos de mar inició en los 90s, particularmente en Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos, lo cual incrementó el número de especímenes criados en cautiverio en el comercio de acuarismo, pero no así en el comercio de curiosidades o en el de especímenes secos de la medicina tradicional, que dependerá de la captura de individuos silvestres en el futuro previsible debido a los volúmenes involucrados (~30 millones ind/año); el cultivo de algunas especies por varias generaciones y a gran escala continúa siendo complicado debido a la reducción en la fecundidad y problemas de desarrollo, lo que resulta en una continua dependencia de reproductores silvestres, a lo cual se suma la competencia de precios contra individuos de origen silvestre (FAO, 2011a). Un caballito seco puede costar $1-$80 USD (6 USD en México), mientras que uno vivo se vende hasta en $60-$950 USD ($10-$30 USD en México; Vincent *et al.*, 2011b).

Asimismo, aunque para algunas especies se ha reportado la reproducción en ciclo cerrado (p.e. *H. ingens, H. reidi*), aún hay mucho por hacer para entender los requerimientos de cría en cautiverio y manejo sanitario para muchas especies de caballitos de mar (Koldewey, 2005).

En el informe de México para el "Taller internacional sobre la implementación de la CITES para la conservación y comercio de caballitos de mar" (3 al 5 de febrero de 2004, Mazatlán, Sinaloa, México; Bruckner *et al.*, 2005), se menciona que en 1994 se cancelaron los permisos de pesca comercial de

peces de ornato, que sólo se emitían permisos de pesca de fomento (para fines de investigación o evaluación poblacional) y que en ese momento (2004), los permisos de pesca no permitían la captura de caballitos de mar para ningún fin. Asimismo, se menciona que las capturas comerciales se realizaban antes de que las especies entraran a la NOM-059, pero que a partir de 2001 no se habían emitido permisos y desde 2002 no se habían recibido solicitudes para ello. De acuerdo con los datos de aprovechamiento de la DGVS en el periodo 2004-2018, sólo se han emitido autorizaciones de aprovechamiento para UMA intensivas.

Aparentemente las UMA que actualmente reproducen y aprovechan caballitos de mar en México no representan un impacto negativo importante para las poblaciones silvestres, y de acuerdo a los planes de manejo e nformes anuales presentados ante SEMARNAT, así como a las entrevistas realizadas a los productores, hasta el momento no dependen de la introducción de individuos silvestres para su producción y están aprovechando/comercializando individuos de la segunda generación o posteriores.

A reserva de que se revisen los expedientes completos (hasta la fecha y de todas las UMA/PIMVS) y se realicen visitas técnicas para verificar en campo las instalaciones, inventario y características de la población cautiva y medidas de manejo (en el marco de la Resolución Conf. 10.3 párrafo 2m), en principio las UMA intensivas y PIMVS parecen cumplir con la Resolución Conf. 10.16 rev. Sin embargo, su contribución a la conservación de las poblaciones silvestres de caballitos de mar es reducida, a pesar de ser uno de los objetivos de las UMA (tanto en vida libre como intensivas).

3. Condiciones para la cría en cautiverio

Koldewey y Martin-Smith (2010) realizaron un estudio global de la acuacultura de los caballitos de mar y encontraron que en 2005-2006 al menos existían 28 establecimientos en 15 países, incluyendo México y las 4 especies mexicanas, mismos que en su mayoría consistían en lugares pequeños (200 m^2/40,000 L), con pocos empleados (1-2) y cuyo financiamiento era principalmente privado, en el caso de aquellos con fines comerciales. Los autores señalan que en general:

- Los reproductores se mantienen en peceras que van desde el vidrio estándar, acrílico o bidones cilíndricos, hasta pozas grandes de concreto;
- Los juveniles se remueven después del nacimiento y se colocan en peceras de crianza que incluyen acuarios de cristal, recipientes cilíndricos de polietileno, cubetas, acuarios pseudo-*kreisels*, tanques circulares de fibra de vidrio con fondo cónico o tanques de crecimiento circulares de concreto sin pintar;
- La altura de los tanques es importante para permitir el cortejo y la transferencia de huevos de la hembra al saco del macho; y
- Los sustratos (*holdfasts*) son necesarios e incluyen plantas de plástico, cuerdas y tuberías.

En este sentido, mencionan que el enfoque funcional actual para la acuacultura de caballitos de mar consiste en un sistema intensivo de pequeña escala (<200 m2/40,000L) para el mercado de acuarismo, que es aquel con el mayor control (rutinas estrictas de calidad del agua, limpieza y alimentación), alta densidad de individuos, uso considerable de alimento artificial (generalmente suplementado con vitaminas, elementos esenciales, antibióticos) y control ambiental cercano.

La acuacultura de caballitos de mar ha avanzado en las últimas décadas, con el cierre de ciclos de vida de varias especies por múltiples generaciones (p.e. *H. kuda, H. subelongatus, H. abdominalis, H. comes*); sin embargo, el principal reto en los países desarrollados es el costo de la producción comparado con el costo de venta (en competencia con los individuos silvestres), mientras que en los países en

desarrollo los retos técnicos más notables siguen siendo las enfermedades (el estrés ocasionado por mantener altas densidades en los estanques los hace más vulnerables a las infecciones), la alimentación/nutrición (los caballitos de mar presentan cambios ontogenéticos en la dieta) y el desarrollo de técnicas de cultivo especie-específicas (Koldewey y Martin-Smith, 2010).

Existen algunas publicaciones sobre cría en cautiverio que describen las características de los sistemas de cultivo de caballitos de mar, como el editado por Koldewey (2005) sobre acuarios públicos que presenta fichas por especie (incluye a las 4 especies mexicanas), la compilación de Arcos-Pulido (2006) sobre la situación de caballitos de mar en Colombia que incluye datos sobre manejo en cautiverio de *H. erectus, H. reidi* y *H. ingens* (e incluso cita algunas técnicas del Acuario de Veracruz), la compilación de Planas *et al*. (2017) que incluye especificaciones para las cuatro especies mexicanas, o el manual de cultivo de *H. erectus* desarrollado por el PIECEMO (2013) que detalla los protocolos para la colecta, transporte, cuarentena, mantenimiento, limpieza, rutinas periódicas, alimentación, enriquecimiento, marcaje para control interno, formatos/bitácoras de registro de parámetros fisicoquímicos e inventarios poblacionales, reproducción/cultivo y cuidados veterinarios (enfermedades, tratamientos).

Asimismo, existen establecimientos que crían/venden caballitos de mar y proporcionan a los consumidores información sobre los cuidados que deben tener, incluyendo fichas técnicas sobre las especies y recomendaciones sobre el montaje de tanques, aclimatación, procedimientos de alimentación, dieta, parámetros ambientales, cuidados veterinarios y cuidado de las crías, entre otros (p.e. *Ocean Rider* https://seahorse.com/; *Seahorse Source* http://seahorsesource.com/).

El **Cuadro 6** contiene los diferentes parámetros que deben controlarse para la cría en cautiverio de las especies mexicanas de caballito de mar, así como algunos puntos importantes sobre su potencial y retos.

Cuadro 6.- Consideraciones para la cría en cautiverio de caballitos de mar mexicanos. Tomadas principalmente del manual editado por Koldewey (2005), y de las compilaciones de Koldewey y Martin-Smith (2010) y Vite-García *et al.* (2017). Se incluyen las referencias citadas.

Parámetro	*H. erectus*	*H. ingens*	*H. reidi*	*H. zosterae*
Potencial para la cría en cautiverio	Especie común en acuarios y en el comercio de acuarismo por su disponibilidad y relativa facilidad para reproducción en cautiverio (Koldewey, 2005; Barletta y Correa, 1989; Lin *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2010)	No tan común en acuarios, pero se ha criado y cerrado el ciclo por varias generaciones. Son populares por su tamaño y coloración y ocasionalmente aparecen en el comercio de acuarismo (Koldewey, 2005)	Especie común en acuarios donde en algunos casos se ha podido reproducir en ciclo cerrado; popular por su tamaño y coloración en el mercado de acuarismo en Europa, Asia y EUA (Koldewey, 2005)	En general se consideran robustos, aunque sus requerimientos son similares a los de otras especies; se utilizan acuarios simples para mantenerlos y reproducirlos; es común la sobrevivencia de más del 20% hasta la adultez (Koldewey, 2005)
Retos para la cría en cautiverio	Los adultos son susceptibles a varias enfermedades, parásitos y patógenos y tienen altas tasas de mortalidad en juveniles (sobre el 75% suelen ser muy comunes); nutrición inadecuada en crías; las crías tienden a quedar atrapadas en la superficie del agua por exceso de aire en el abdomen (Koldewey, 2005)	Mortalidad entre 38% y 78% en 95 días; éxito para reducirla a 50% de juveniles que lleguen a talla comercial a temperaturas entre 17 y 23 ºC basado en la buena calidad y cantidad de alimento vivo, calidad del agua y utilizando tanques abiertos (Ortega-Salas y Reyes-Bustamante, 2006)	---	Aunque era una especie muy común en los 70s, sus poblaciones se han reducido significativamente, posiblemente debido a la pérdida de pastos marinos, por lo que rara vez se realizan colectas del medio silvestre en Florida (Koldewey, 2005) Los especímenes silvestres que se llevan a los acuarios tienden a perder sus filamentos de piel en algunos días (Lourie *et al.*, 2004)
Tanques para reproductores	Tamaño: 432 L (Lin *et al.* 2008, 2009a, 2009b); 45-53 cm de altura para permitir la transferencia de huevos, de preferencia 80-100cm (Koldewey, 2005); sistema de recirculación de varias peceras de vidrio de 100 L c/u (50x28x71cm) conectadas a reservorio de 145 L (71x51x40cm) (PIECEMO, 2013); Mínimo 90 y altura 70 cm de altura para columna de	Tamaño: amplios y profundos (<1m) con recambio de 10L/min (Koldewey, 2005); mínimo 150L y altura >75cm para especímenes grandes (Planas-Oliver *et al.*, 2017) Sustrato: arena viva, fibra de vidrio (Koldewey, 2005); *Holdfasts*: gorgonias o corales de plástico, kelp (Koldewey, 2005)	Tamaño: 200 L (Olivotto *et al.*, 2008). Puede reproducirse en tanques poco profundos (60 cm o menos) a diferencia de otras especies grandes; recambio de 6L/min (Koldewey, 2005); 60 cm de altura o menos (Planas-Oliver *et al.*, 2017) Sustrato: arena viva, fondo desnudo, *Caulerpa prolifera* (Koldewey, 2005) *Holdfasts*: roca viva, gorgonias,	Tamaño: pequeño (50 L con columna de agua de 30cm) (Koldewey, 2005; Vite-García *et al.*, 2017); mínimo 40 L (Planas-Oliver *et al.*, 2017) Sustrato: aragonita o sin sustrato (Koldewey, 2005) *Holdfasts*: pastos artificiales (Koldewey, 2005)

	agua (Planas-Oliver *et al.*, 2017) *Holdfasts*: pastos artificiales, *Caulerpa* spp., corales falsos, gorgonias; sostén de cuerda de plástico en forma de "U" con pesos en los extremos (Koldewey, 2005)		esponjas, decoración artificial (Koldewey, 2005)	
	Se recomienda que la altura del estanque sea al menos cinco veces la altura de los caballitos de mar que contenga (Faleiro y Narciso, 2013).			
Tanques para crías	38 L, vidrio (Lin *et al.* 2008, 2009a, 2009b) Tanque de crianza de 7 L (28x16x15 cm) con un depósito de reserva de agua de 34 L (50x33x20 cm); bucles de línea monofilamento unidos a pesos de acero inoxidable como sustratos de fijación (detalles sobre filtración, aireación, control de temperatura, iluminación y protección contra heridas y acumulación de aire en abdomen en Koldewey, 2005) Sistema de recirculación con peceras de vidrio de 11 L hasta los 2 meses (PIECEMO, 2013)	Tanques negros pseudo-kreisel con flujo de agua establecido a través de una cortina de burbujas en uno de sus extremos; tanques cónicos negros o azul claro (detalles sobre iluminación, turbidez, turbulencia pueden consultarse en Koldewey, 2005)	50, 120, 200 L, vidrio (Cividanes da Hora y Joyeux, 2009) Pseudo-kreisel negro con flujo de agua establecido a través de una cortina de burbujas en uno de sus extremos; tanques azul claro; a los 2 meses pueden usarse tanques rectangulares con menor turbulencia (detalles sobre iluminación, turbidez, turbulencia pueden consultarse en Koldewey, 2005)	Puede ser igual que el de adultos (Koldewey, 2005)
Densidad	1.3, 5 juveniles/L; 20 parejas por estanque (Zhang *et al.*, 2010) 0.6 juveniles/L (Vite-García *et al.*, 2014)	No más de 6 juveniles por litro (Koldewey, 2005)	20 juveniles/L los primeros 2 meses (Koldewey, 2005) 2 parejas por tanque (Pham y Lin, 2013) 1 pareja por tanque, 2 juveniles/L (Novelli *et al.*, 2015)	5 a 8 reproductores por tanque (Masonjones, 2001)
	Densidades altas han mostrado efectos negativos en el crecimiento y sobrevivencia (Woods, 2003) e implican incrementos en costos y tiempo de limpieza (Koldewey y Martin-Smith, 2010)			
Temperatura	13º C a 28º C; 19 a 30º C en área de reproducción y 25º C	15 a 25º C (óptima 23º C; Koldewey, 2005)	22 a 28º C (óptima a 26º C; Koldewey, 2005; Planas-Oliver	20 a 22º C aunque pueden tolerar 18º C (Koldewey, 2005;

	en exhibición (Koldewey, 2005) 28 ºC (27-29)/25 ± 1 (Planas-Oliver *et al.*, 2017) 28 ± 0.5º C (Lin *et al.* 2008, 2009a, 2009b) 26.5 ± 0.5º C (Zhang *et al.*, 2011) 26 ± 2º C (Vite-García *et al.*, 2014) 25 ± 1º C (PIECEMO, 2013) 23 ± 0.5º C (Zhang *et al.*, 2010)	20-22º C (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	*et al.*, 2017) 26 a 28º C (Souza-Santos *et al.*, 2013) 25º C (Novelli *et al.*, 2015) 24º C (Pham y Lin, 2013) 28 ± 0.5º C juveniles y adultos (Olivotto *et al.*, 2008) 22.0 – 26.6º C juveniles (Cividanes da Hora y Joyeux, 2009)	Planas-Oliver *et al.*, 2017) 26º C (Masonjones, 2001)
	Debe reflejar el intervalo natural de temperatura de las especies y considerar costo local de la electricidad, volumen de agua y eficiencia de la unidad de calentamiento (Koldewey y Martin-Smith, 2010; Woods, 2003)			
Salinidad	25 ppt a 35 ppt; 28 a 30 ppt (Koldewey, 2005) 31-33/35 ± 1 (Planas-Oliver *et al.*, 2017) 33-36 (Vite-García *et al.*, 2014) 35 ± 1.0 ppt; mayor crecimiento a 31-33 ppt (Lin *et al.* 2008, 2009a, 2009b; PIECEMO, 2013) 34-35 ppt (Zhang *et al.*, 2010) 35 (Zhang *et al.*, 2011)	26 a 34 ppt (óptima 34 ppt; Koldewey, 2005) 33.5 (24-35; Planas-Oliver *et al.*, 2017)	26.5 – 29.0 ppt juveniles (Cividanes da Hora y Joyeux, 2009) Mayor sobrevivencia y crecimiento a menor salinidad (sobre 10 ppt; Hora *et al.* 2016) 30 ppt juveniles y adultos (Olivotto *et al.*, 2008; Souza-Santos *et al.*, 2013) Óptima a 34 ppt (24 a 35 ppt; Koldewey, 2005; Planas-Oliver *et al.*, 2017) 35 ppt (Pham y Lin, 2013)	27 a 30 ppt (Masonjones, 2001; Planas-Oliver *et al.*, 2017)
pH	7.8 ± 0.3 (Lin *et al.* 2008, 2009a, 2009b) 7.6 a 8.3 (Koldewey, 2005) 8.2 (PIECEMO, 2013; Planas-Oliver *et al.*, 2017) 8.1-8.3 (Vite-García *et al.*, 2014)	8.25 (control por adición de CaOH; Koldewey, 2005) 8 a 8.2 (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	8.2 – 8.4 juveniles (Cividanes da Hora y Joyeux, 2009) 8 – 8.2 juveniles y adultos (Olivotto *et al.*, 2008) 8.25 (control por adición de CaOH; Koldewey, 2005; Planas-Oliver *et al.*, 2017) 8-8.5 (Souza-Santos *et al.*, 2013) 8.3 (Pham y Lin, 2013)	8.3 (Koldewey, 2005; Planas-Oliver *et al.*, 2017)
Amonio (NH_4)	0.03 mg/L (Koldewey, 2005)	0 mg/L (Koldewey, 2005;	0 mg/L (Koldewey, 2005;	0 mg/L (Koldewey, 2005;

	0 mg/L (PIECEMO, 2013; Planas-Oliver *et al.*, 2017)	Planas-Oliver *et al.*, 2017)	Planas-Oliver *et al.*, 2017)	Planas-Oliver *et al.*, 2017)
Nitritos (NO_2)	0.007 mg/L (Koldewey, 2005) ≤0.3 mg/L (PIECEMO, 2013) <0.5/≤0.3 mg/L (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	<0.0 mg/L (Koldewey, 2005) <0.01 mg/L (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	<0.1 mg/L; <0.0 mg/L en tanques de reproductores (Koldewey, 2005; Planas-Oliver *et al.*, 2017)	0 mg/L (Koldewey, 2005)
Nitratos (NO_3)	<10 ppm; 9.2 mg/L (Koldewey, 2005) <50/≤12.5 mg/L (PIECEMO, 2013; Planas-Oliver *et al.*, 2017)	<10.0/L (Koldewey, 2005) <15 mg/L (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	<10.0 mg/L; ≤20 ppm en tanques de reproductores (Koldewey, 2005; Planas-Oliver *et al.*, 2017)	<20 mg/L (Koldewey, 2005; Planas-Oliver *et al.*, 2017)
Aireación	O_2 a 6.5 ± 0.5 mg/L (Lin *et al.*, 2008) Fuera del tanque o con burbujas grandes (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	Puede o no usarse aireación adicional en los tanques de adultos (Koldewey, 2005) Con burbujas grandes para evitar enfermedad de la burbuja; O_2 4-8 mg/L (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	No se suele utilizar aireación adicional en los tanques de adultos (Koldewey, 2005; Planas-Oliver *et al.*, 2017) O_2 a 7.5 mg/L (Pham y Lin, 2013) O_2 a 6.3-6.7 mg/L (Novelli *et al.*, 2015)	Se recomienda aireación; O_2 <90% (Planas-Oliver *et al.*, 2017)
Circulación del agua	Flujo continuo (30-48 L/hr) (Lin *et al.* 2008, 2009a, 2009b) Corriente débil a moderada (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	5% diariamente (Koldewey, 2005) Una corriente débil promueve el nado en el tanque (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	Reciclada (50, 120, 200 L/hr) juveniles (Cividanes da Hora y Joyeux, 2009) Reciclada adultos; reciclada (7 L/hr) juveniles (Olivotto *et al.*, 2008) 5% diariamente (Koldewey, 2005) 6L por minuto (Planas-Oliver *et al.*, 2017)	Corriente débil (Planas-Oliver *et al.*, 2017)
Filtración	Fraccionador de proteínas (*skimmer*), filtros mecánicos (p.e. bolsa) húmedos o secos; filtración biológica (p.e. arena, biobolas, roca viva), filtros de placas, (Koldewey, 2005; PIECEMO, 2013)	Mecánica (75 µ), de placa (*skimmer*), biológica (Koldewey, 2005)	Mecánica (75 µ), biológica (Koldewey, 2005)	Filtro simple de esponja por aire (Koldewey, 2005)
Tratamiento del agua	Cloro y ozono (Koldewey, 2005)	Esterilización UV u ozono (Koldewey, 2005)	Esterilización UV de 60,000µ Wseg/cm^2 a 95 LPM) (Koldewey, 2005)	---

Limpieza		Drenaje de tanques (con sifón) dos veces al día (Koldewey, 2005)	Cambio del 50% del agua cada 2 semanas en tanques de reproductores (Koldewey, 2005)	Drenaje (con sifón) 2 veces al día compensando el déficit con agua de mar nueva; limpieza frecuente de la mitad del filtro(s) para no destruir toda la población de bacterias nitrificantes benéficas (Koldewey, 2005)
	Procesan el alimento rápido por lo que los estanques pueden ensuciarse pronto si no se remueven las excretas (Koldewey y Martin-Smith, 2010).			
Iluminación	Lámparas de halogenuro metálico o fluorescentes; natural en área de reproducción y fluorescente en exhibición (Koldewey, 2005) Prefiere luz tenue, LED RGB para mejorar coloración (Planas-Oliver *et al*., 2017)	Luz fría fluorescente que mantenga 500-800 Lux o lámparas de halogenuros metálicos (Koldewey, 2005) Prefiere luz tenue, LED RGB para mejorar coloración (Planas-Oliver *et al*., 2017)	Luz fría fluorescente que mantenga 500-800 Lux o lámparas de halogenuros metálicos; lámparas de 175W 6,500K pueden utilizarse sin problema (Koldewey, 2005; Planas-Oliver *et al*., 2017)	Prefiere luz tenue (Planas-Oliver *et al*., 2017)
Fotoperiodo	14L:10O adultos, 16L:8O juveniles (Lin *et al*. 2008, 2009a, 2009b) 12L:12º (Vite-García *et al.*, 2014) 8L:16O a 14L:10O (Koldewey, 2005)	12L:12O (Koldewey, 2005)	12L:12O juveniles (Cividanes da Hora y Joyeux, 2009; Novelli *et al*., 2015) 14L:10O adultos; mayor crecimiento en juveniles con luz continua (Olivotto *et al*., 2008; Pham y Lin, 2013) 12L:12O (Souza-Santos *et al.*, 2013) 12-16L:12-8O en tanques de reproductores dependiendo la temporada (Koldewey, 2005)	13L:11O (Masonjones, 2001)
Dieta	Se puede alimentar desde el nacimiento con *Artemia* nauplii y metanauplii (24-48 hrs) que pueden ser enriquecidos (Vite-García *et al.*, 2017) Mísidos congelados y *Artemia* viva para adultos; *Artemia* nauplii hasta 15 días, *Artemia*	Adultos 2 veces al día principalmente con camarones mísidos congelados y enriquecidos; juveniles con alimento vivo de fitoplancton, rotíferos (10 ind/ml), *Artemia* (15 nauplii/ml) y copépodos (3 ind/ml) para iniciar e incrementar según demanda	Mísidos y *Artemia* congelados para adultos 2 veces al día o hasta 3 en reproductores; copépodos, rotíferos y *Artemia* enriquecida para juveniles (Olivotto *et al*., 2008; Koldewey, 2005 incluye detalles sobre enriquecimiento)	Anfípodos y *Artemia* nauplii enriquecida 3 veces al día para adultos; *Artemia* o rotíferos a juveniles durante 12 o 20 días antes de ofrecerles *Artemia* más grande (Koldewey, 2005)

	enriquecida hasta 16-40 días, mísidos congelados hasta 41-61 días (Lin *et al*. 2008, 2009a, 2009b) Variedad, frecuencia de las tomas y estrategias de enriquecimiento parecen ser los aspectos más importantes en la alimentación y crianza (Koldewey, 2005; incluye lista de alimentos vivos, congelados y productos de enriquecimiento para crías, juveniles y adultos) Dieta para 3 periodos: 0-20 días (*Artemia* nauplii, 2-3 ind/mL), 20-60 días (*Artemia* metanauplii, 1 ind/mL), 60-240 días (*Artemia* adulta 8-12% del peso) y se pueden adicionar micro algas (25,000-50,000 cel/L de *Nannoclhoropsis oculata* y 25,000 cl/L de *Tetraselmis chuii*) durante el 1er periodo (PIECEMO, 2013)	(Koldewey, 2005; incluye detalles sobre enriquecimiento, presentación e higiene de los alimentos) Alimento vivo de rotíferos, copépodos y Artemia nauplii (Ortega-Salas y Reyes-Bustamante, 2006)	Zooplancton silvestre hasta los 6 días, *Artemia* enriquecida (Súper Selco) hasta los 3-22 días, mísidos silvestres hasta >22 días para juveniles (Cividanes da Hora y Joyeux, 2009) Fitoplancton (*Tetraselmis* sp. e *Isochrysis galvana*, *Artemia* sp. metanauplii, copépodos congelados para juveniles en densidades de 10 rotíferos/ml, 8 nauplii/ml para iniciar e incrementar según demanda; comida viva constante mediante goteo (Koldewey, 2005; incluye detalles sobre enriquecimiento y limpieza) Copépodos para crías y juveniles incrementan las tasas de sobrevivencia y crecimiento (Randazzo *et al*., 2018)	
	Vite-García *et al*. (2017) presentan un compendio de estudios con datos sobre tasas de crecimiento, supervivencia de juveniles, fecundidad, tiempo de gestación y tamaño de recién nacidos de acuerdo a la dieta/enriquecimiento para las especies mexicanas (entre otras); y mencionan que en general, el mejor alimento es el que se encuentra en su medio natural (copépodos, anfípodos y misidáceos), pero es difícil producirlos a gran escala, por lo que el alimento vivo como rotíferos y *Artemia*, enriquecido con ácidos grasos, aminoácidos, vitaminas, minerales y otros elementos, permite tener buenos resultados en crecimiento y supervivencia, y proyectar una producción a mayor escala pues los métodos, volúmenes y costos de producción son más predecibles. La dependencia hacia el alimento vivo se extiende a todo el ciclo de vida de los caballitos de mar, sin que se haya encontrado un alimento procesado que sea buen sustituto; su elección depende de la calidad nutricional, digestibilidad, tamaño, facilidad de cultivo, almacenamiento, manejo y recursos disponibles (Koldewey y Martin-Smith, 2010). La calidad y disponibilidad de alimento son reguladores importantes del crecimiento y sobrevivencia de los caballitos de mar (Koldewey, 2005) y éste debe adecuarse a los diferentes estadios de desarrollo (Vite-García *et al*., 2017).			
Enfermedades	Tremátodos, cestodos,	---	Adultos: *Aiptasia* sp.	---

y plagas	enfermedad de la "burbuja de gas", *Glugea* spp., *Vibrio* spp., *Cryptocaryon* spp., *Mycobacterium* spp. (Koldewey, 2005) Ectoparásitos, endoparásitos, exoftalmia (síntoma de estrés), burbujas de gas, enfisema de la bolsa de cría, erosión de la carne, putrefacción del hocico (PIECEMO, 2013)		(anémonas), hidroides, percebes, anfípodos, poliquetos; juveniles: *Uronema*, gastrotricos, ciliados, bacterias Prevención al mantener bajas densidades, limpieza de los tanques, cambio de bulbos UV, manipulando salinidad y con tratamientos periódicos de formalina (Koldewey, 2005)	
	Las enfermedades de mayor preocupación en caballitos de mar son la vibriosis y la micobacteriosis, la primera puede tratarse con antibióticos aunque su efectividad depende de la cepa y la segunda no tiene tratamiento; el otro problema importante es la enfermedad de la "burbuja de gas" que puede presentarse como gas atrapado en el saco de incubación, enfisema subcutáneo en el segmento de la cola y/o inflamación excesiva de la vejiga natatoria, pero puede ser tratada con aspiración de las burbujas y antibióticos; la mejor manera de manejar las enfermedades es a través de la prevención y la cuarentena de nuevos animales como rutina, así como la implementación de parámetros ambientales óptimos y una buena dieta (Koldewey y Martin-Smith, 2010)			
Especies acompañantes	Varias, en general se limita a especies que no compitan por comida o puedan lastimar a los caballitos de mar (p.e. cnidarios; Koldewey, 2005; incluye lista de las especies acompañantes más comunes)	---	---	Cangrejos ermitaños (*Phimochirus operculatus*) (Koldewey, 2005)

4. Identificación, métodos de marcaje y su viabilidad

Dado que la implementación tanto de la CITES como de la legislación nacional requiere que las autoridades y actores clave puedan identificar las especies de caballitos de mar (vivos y muertos/secos), *Project Seahorse* y TRAFFIC Norteamérica desarrollaron una guía de identificación (Lourie *et al.*, 2004). En 2016, *Project Seahorse*, *iSeahorse* y el Acuario Shedd publicaron además la "Guía de identificación para los caballitos de las Américas" (Project Seahorse, 2016) que incluye diagramas y técnicas para la identificación, se actualiza periódicamente y la traducción al español se encuentra en proceso. Ambas guías están disponibles en línea.

Durante el taller sobre caballitos de mar de 2004 (Bruckner *et al.*, 2005) se emitieron recomendaciones con respecto al marcaje para distinguir especímenes silvestres de aquellos criados en cautiverio:

- El marcaje químico utilizando tetraciclina debe promoverse como parte de la certificación de criaderos y utilizarse para monitorearlos, pero no debe utilizarse para la identificación rutinaria de especímenes pues implica su sacrificio (y requiere análisis de laboratorio)
- Los métodos de marcaje deben estandarizarse entre los países Parte
- La certificación o registro de criaderos debe instituirse y la aplicación de la ley debe incluirse en el proceso
- Los criaderos deben monitorearse a través de inspecciones rutinarias por parte de las autoridades de aplicación de la ley

Sin embargo, aunque se concluyó que debía promoverse el desarrollo de sistemas de marcaje entre los criaderos, hasta que dichos sistemas sean ajustados para utilizarse en especímenes de acuacultura, las Autoridades CITES deberán apoyarse en documentación detallada para distinguir entre especímenes silvestres y criados en cautiverio.

Por otra parte, el reporte técnico #7 de *Project Seahorse* sobre "Técnicas Potenciales para el etiquetado y marcaje de caballitos de mar" (Morgan y Bull, 2005) describe los métodos probados experimentalmente que han resultado útiles (**Cuadro 7**), incluyendo ventajas y desventajas de los mismos, así como aquellos que se muestran prometedores, no prometedores, algunos que aún no se han probado y los que han resultado inadecuados para su uso en caballitos de mar. Dicho reporte también incluye ejemplos del tipo de etiquetado/marcaje que puede utilizarse dependiendo el tipo de estudio/manejo de los caballitos de mar (p.e. movimientos, aprovechamiento, identificación de animales cautivos, manejo en acuario, etc.) y los factores más relevantes para su selección.

Cuadro 7.- Técnicas de marcaje y etiquetado probadas para caballitos de mar (datos tomados de Morgan y Bull, 2005; se actualizó información de los proveedores)

Técnica	Descripción y proveedores	Ventajas	Desventajas
Collares Imagen: *The Seahorse Trust* (www.theseahorsetrust.org)	Discos ovales marcados de PVC (3x5.5mm) que se colocan alrededor del cuello del caballito de mar con cordón y permiten la identificación individual. Producidos por *Floy Tag, Inc.* (www.floytag.com). Los precios 2019 son de USD$ 37 por 100 etiquetas numeradas.	Se han utilizado exitosamente en estudios *in situ* y *ex situ*	No se recomiendan: a) en poblaciones sin monitoreo pues los collares que no se ajustan pueden ocasionar lesiones cuando los individuos crecen b) Cuando los individuos se mueven fuera de las zonas monitoreadas c) Tampoco se recomiendan si los individuos son <40mm (Longitud Estándar, SL), ya que afectan el nado de individuos menores d) Pueden llamar la atención de depredadores
Inyección de implantes visibles de elastómeros fluorescentes (VIFE) Imagen: David Harasti (www.projectseahorse.org)	Polímero fluorescente inyectable que, al combinarse con un agente de secado, se endurece bajo la piel o deja una marca permanente, maleable y biocompatible. Aunque existen elastómeros no fluorescentes (VIE), se recomiendan los fluorescentes (principalmente anaranjado, rojo, amarillo y verde, aunque los dos primeros pueden confundirse entre sí) pues tienen mayor visibilidad, sobretodo en especies más pigmentadas. Producidos por *Northwest Marine Technology, Inc.* (https://www.nmt.us/). Los precios 2019 varían entre USD $45 (1ml) a $1,190 (60 ml) dependiendo el número de colores, jeringas y otros materiales.	Se han utilizado exitosamente en estudios *in situ* y *ex situ* con individuos ≥40mm, pero aparentemente son adecuados para individuos menores. Su colocación se realiza en los segmentos laterales del cuerpo donde permite un número mayor de combinaciones para crear marcas individuales, pero también pueden colocarse dentro de la cola, en la mandíbula inferior o sobre el opérculo.	Aunque las marcas pueden mantenerse por varios meses y hasta un año en algunas especies, es posible que su retención varíe de acuerdo a las diferencias inter específicas en la estructura de los escudos óseos

Transpondedor integrado pasivo (PIT) Imágenes: Biomark (www.biomark.com)	Cápsulas de vidrio que contienen un transpondedor sin batería interna. Un aparato lector activa el circuito del transpondedor por inducción de radio frecuencia y recibe el código del mismo. Los PIT se insertan a través de incisiones intramusculares o dentro de la cavidad corporal. Producidos por varias empresas (p.e. *Biomark* https://www.biomark.com/, *BTS-ID* http://bts-id.com/rfid-system-and-identification-solutions.html, *Oregon RFID* https://www.oregonrfid.com/product-category/fdx-pit-tags/, UID https://www.uidevices.com/) . Los precios 2019 de los transpondedores son de alrededor de USD $2 y de los receptores entre USD $500 y $1,000.	No son visibles desde el exterior y permiten la identificación a nivel individual sin sacrificio. No representan ningún riesgo si el individuo abandona el área de estudio Tienen una baja tasa de pérdida y su colocación es simple	a) Se han utilizado en un estudio con *H. abdominalis* donde se insertaron cerca de la quilla ventral hacia el espacio intestinal. b) La inyección intramuscular en caballitos de mar es difícil pues carecen de bloques musculares y su inserción en las bolsas incubadoras no es confiable pues durante el cortejo pueden expulsar los PIT. c) Dependiendo la especie y la etapa de desarrollo el tamaño de los PIT puede ser problemático (los hay disponibles desde 8x2mm) pues no debe exceder el 1.5% del peso corporal. d) Los costos pueden ser altos. e) La lectura requiere que el receptor esté a 5-30cm del PIT y la mayoría están diseñados para su uso en tierra, lo que implica sacar al individuo del agua.

VI. Características y niveles del comercio legal

1. Antecedentes

De acuerdo con el análisis de Baum y Vincent (2005) y Vincent *et al.* (2011a) a partir de datos obtenidos en el **periodo 1998 - 2000** para México (previo al listado de los caballitos de mar en la CITES):

- El único dato previo proviene del informe de Vincent (1996) para TRAFFIC en donde se reporta que las aduanas de China registraron la importación de 131 kg de syngnátidos provenientes de México en 1990 por un valor declarado de $18,000 USD ($137 USD/kg).
- El comercio nacional de caballitos secos a partir de los 90s se estimó en aproximadamente 6,600-8,100 caballitos (20-40kg) que se vendían anualmente en el mercado de curiosidades en ambas costas.
- El comercio nacional de caballitos vivos ocurría casi totalmente a través del mercado negro, por lo que existían pocos registros de las pesquerías o el comercio. En el año 2000 se estimó entre los 8,200 y 14,600 individuos; aunque la mitad de éstos provenían de importaciones con origen en Brasil, Fiji, Hawaii, Indonesia y Filipinas (mayor disponibilidad de especies, colores y a menor precio), hay pocos reportes oficiales en los datos aduanales de los países involucrados (incluyendo EUA como re-exportador).
- Baum y Vincent (2005) identificaron en 2000 al menos 10 mayoristas en la Ciudad de México de los cuales la mitad tenía caballitos de mar en venta, aunque la mayoría de los ejemplares se distribuyeron a través de dos mercados; también identificaron 54 minoristas a nivel nacional de los cuales 14 tenían ejemplares.
- De acuerdo con información de México en Bruckner *et al*. (2005) tan sólo en la Ciudad de México había 42 acuarios de peces marinos y 36 de ellos vendían caballitos de mar (26 vendían especímenes importados).
- Desde los 80s, la exportación de caballitos secos se estimó en 100s-1,000s kg; hasta una tonelada llegó a importarse en Asia (China, Hong Kong y Japón) desde México cada varios años, ya fuere a través de compradores asiáticos que visitaban el país para comprar grandes cantidades o comerciando junto con otros productos hacia Asia, como aletas de tiburón. Al parecer, las exportaciones salían de Salina Cruz y Puerto Madero con destino a Japón para medicina tradicional en grandes volúmenes (400,000-600,000 individuos secos), pero dejaron de realizarse por la disminución en las capturas. En 2000 las exportaciones continuaron en el Pacífico principalmente en Guaymas y Mazatlán hacia Asia, en especial China, y en el Atlántico desde Lerma, Ciudad del Carmen y Cancún a través de intermediarios.
- Desde los 80s, la exportación de caballitos vivos se estimó en menos de 100 kg/año, pero las autoras indican que se tiene poca información sobre este comercio, debido a que "la captura de peces de ornato se prohibió en México desde mediados de los 90s hasta 1999" y "en 2000 sólo se emitieron dos permisos de pesca de fomento que no incluían caballitos de mar", además de que "la exportación de caballitos silvestres estaba prohibida" (ver **Apartado III**). Los datos oficiales de Hong Kong, China y EUA indican importaciones de caballitos de mar secos provenientes de México (y en menor medida Australia y Japón) y los datos aduanales disponibles señalaban entre 9 y 7,661 kg por año, de los cuales las aduanas de México reportaban unos cuantos cientos de kg/año a destinos desconocidos y EUA reportaba un promedio de 38kg por año entre 1997 y 2003.
- Al contrario, estimaron que se importaban menos de cientos de kg secos y miles de kg vivos por año.
- Casi 85% de las personas entrevistadas en México consideraron que las poblaciones de caballitos de mar habían disminuido debido a la sobreexplotación y comercio (incluyendo

disminuciones locales por la captura directa), y a partir de datos de CPUE disponibles para ¼ de ellos, se estimaron disminuciones de más del 90% en el Golfo de México y costa del Pacífico. Aunque en México se habían establecido Áreas Naturales Protegidas, el nivel de aplicación de la ley se desconocía.

- **Las autoras concluyen que gran parte del comercio de caballitos de mar en Latinoamérica no se reportaba y consideraron a México uno de los países prioritarios para la conservación de estas especies debido a los volúmenes comerciados y las disminuciones poblacionales estimadas.**

Posteriormente, Evanson *et al.* (2011) analizaron la información de la base de datos de comercio de la CITES del **periodo 2004 - 2008** y la compararon con los estudios mencionados anteriormente, observando lo siguiente en el caso de las exportaciones de México:

- Las exportaciones promediaron 1,300 caballitos secos al año (entre 8 y 2,800 individuos) durante todos los años (99% con fines comerciales y el resto para uso personal) de acuerdo con información del único importador (EUA), mientras que la mayor parte de las importaciones ocurrieron en 2005 (2,800 individuos) y los demás años fueron menores a 2,000 caballitos. No se reportaron exportaciones de caballitos secos criados en cautiverio.
- Sólo ⅓ de los registros se encontraron a nivel de especie y el resto a nivel de género *Hippocampus*. Sólo 2 de las 4 especies nativas se exportaron en 2006 y 2007 (570 y 899 de *H. ingens* y 570 y 105 de *H. reidi*, respectivamente), así como un registro posiblemente erróneo de cuatro *H. fuscus*.
- En general, el volumen de exportación de caballitos de mar secos (1,300 individuos al año) parece haber disminuido entre 2 y 16 veces con respecto a los niveles pre-CITES (12,000 individuos al año), y aunque dicho comercio fue consistente en ambos periodos, las cantidades variaron mucho (entre decenas y millones de individuos al año). Sin embargo, dado que estas especies siguen capturándose incidentalmente (Foster y Vincent, 2010), dicha disminución apunta a un menor número de caballitos de mar por red de arrastre, un aumento en los descartes, un nuevo comercio nacional o a la falta/bajo nivel de informes oficiales.
- Aunque China era el principal consumidor histórico (se estimaron 2.1 millones de individuos secos en 2000), EUA surgió como único destino en los datos de la CITES. Históricamente tampoco se reportaron exportaciones de individuos secos criados en cautiverio.
- Aunque los datos pre-CITES no se reportaron a nivel de especie, tanto *H. ingens* como *H. reidi* se colectaban históricamente en México para el comercio de individuos secos y vivos; aunque se observó *H. erectus* en el periodo 1998-2000, no se registró en los datos de CITES.
- En cuanto a caballitos vivos, México exportó miles de individuos al año a EUA tanto silvestres como criados en cautiverio (de acuerdo con datos de importadores y de México).

Cabe mencionar que los datos de estos autores contrastan de manera importante con los presentados por México para el taller internacional de 2004 (Bruckner *et al.*, 2005), que indicaban que México autorizó la exportación de 9,662 kg de caballitos de mar *Hippocampus* spp. entre 1998 y 2000 (433 en 1998, 8,168 en 1999 y 1,061 en 2000) que equivalen en total a ~3 millones de individuos (utilizando el promedio de factores de conversión 2.96 gr/ind para América Latina; Evanson *et al.*, 2011 con datos de Baum y Vincent, 2005). De ellos, sólo 997 kg (~300,000 individuos) fueron verificados y únicamente para 584 kg (~200,000 individuos) se reportó la venta por parte de los permisionarios.
De acuerdo con Lawson *et al.* (2017), del total estimado para la captura incidental de caballitos de mar en México (~350,000 individuos), sólo el 11.22% se exporta (~40,000 individuos según datos del periodo 2004-2011 de la base de datos de comercio de la CITES).

A nivel global, se han registrado disminuciones importantes en los volúmenes reportados a la CITES de comercio de caballitos de mar después de 2011, tanto para especímenes secos como vivos (p.e. los volúmenes entre 2012 y 2016 equivalen al 11% de lo registrado entre 2004 y 2011 para individuos secos y 26% para individuos vivos), lo cual puede asociarse a las vedas en la exportación por parte de países históricamente importantes en el comercio (CoP18 Doc. 72).

Foster *et al*. (2014) señalan que en general, el comercio de caballitos de mar secos proviene de muchos países y se dirige a unos cuantos (pre-CITES: China, Hong Kong, Taiwán y Singapur; post-CITES: Hong Kong, Taiwán, China) para cubrir la demanda de la medicina tradicional, mientras que el comercio de individuos vivos proviene de pocos países y se dirige a muchos, principalmente EUA.

2. Mercado nacional

Durante el presente proyecto se realizó un sondeo general con vendedores de peces marinos, para lo cual se elaboró un guión semi estructurado para realizar entrevistas en los mercados Mixhiuca, Morelos y Garibaldi de la CDMX (los dos primeros con fama de ser los centros de distribución nacional de caballitos de mar), así como vía telefónica y por correo electrónico (mediante una encuesta) a acuarios minoristas y mayoristas a nivel nacional disponibles en el directorio de la base de datos de "El Acuarista" (sitio web latinoamericano de acuarofilia y disciplinas afines; http://www.elacuarista.com/bdmexico.htm; listado del 2004, pero se actualizaron los datos de aquellos acuarios que se localizaron), los identificados en una búsqueda en internet (palabras clave: venta, acuarios, marinos, peces, México, agua salada, caballitos de mar) y aquellos contactados durante el "1er Foro Internacional sobre Acuacultura Ornamental y Acuarismo" (17-19 de agosto 2018). Durante las entrevistas/consultas se intentó obtener información sobre las especies ofertadas, cantidades, tallas, precios, origen de los especímenes y dificultades enfrentadas por los vendedores/comercializadores.

Se identificaron 3 locales de venta de peces marinos en el mercado Mixhiuca, de los cuales 1 contaba con caballitos de mar (desafortunadamente no se encontraban los vendedores de los locales 3 y 4 que al parecer también ofrecen caballitos de mar). En el mercado Morelos se identificaron 9 locales con venta de peces marinos (7 de ellos redistribuidores), de los cuales 5 ofertaban caballitos de mar. El mercado Garibaldi de peces ya no cuenta con locales que vendan peces marinos. Asimismo, de los 241 minoristas y mayoristas disponibles en el directorio de "El Acuarista", únicamente 48 pudieron contactarse vía telefónica, de los cuáles sólo 13 vendían caballitos de mar principalmente en CDMX y Jalisco (3 acuarios cada uno), así como Puebla (2), Chihuahua (1), Estado de México (1), Tlaxcala (1) y Veracruz (1); los demás tenían datos de contacto equivocados, ya no existía el negocio, no se pudieron actualizar mediante búsquedas por internet o no pudieron localizarse en 2 ocasiones distintas. Adicionalmente, en internet se localizaron 5 vendedores más de peces marinos que ofrecían caballitos de mar y se recibieron respuestas por correo electrónico de 4 productores/comercializadores de caballitos de mar.

En general, el volumen de caballitos de mar vivos comercializados para acuarismo parece ser reducido pues se observaron menos de 50 individuos en total en las peceras de los mercados Mixhiuca y Morelos (y algunos vendedores mencionaron que esas cantidades son más o menos las que manejan por temporada), y vía telefónica/encuestas las cantidades que manejan los vendedores no sobrepasan los 15 individuos al año (sólo dos mencionaron 80 y 300 individuos al año, pero también comercializan caballitos importados *H. reidi* y *H. zosterae*) y en muchos casos no los tienen disponibles sino que sólo los venden sobre pedido. Ante pregunta expresa, uno de los vendedores más experimentados (distribuidor) en el mercado Mixhiuca mencionó que no sería capaz de vender 500 caballitos en un semestre, aunque los tuviera y que ya no trabaja con estas especies por las

dificultades para su mantenimiento (necesitan peceras casi independientes y cuidados especiales) y distribución (obtención de permisos). Otro distribuidor enfatizó que los procesos para poder comercializar legalmente son muy tardados.

Aunque el sondeo fue general, los volúmenes de caballitos de mar vivos que se ofertan actualmente en México no parecen haber aumentado con respecto a los reportados por Baum y Vincent (2005), que estimaron un mercado de entre 8,200 y 14,600 individuos vivos en 2000.

Durante las entrevistas telefónicas/encuestas, los vendedores que proporcionaron información al respecto señalaron que el origen de la mayoría de los especímenes que compran es la importación desde EUA (aunque 3 mencionaron comprar a productores mexicanos, PIMVS y UMA) por el menor precio que consiguen con distribuidores, principalmente en California (EUA), y por la facilidad de demostrar legal procedencia a través de los permisos CITES de importación. Cabe resaltar que la mayoría de los vendedores no pudo indicar las especies que ofertaba (desde 5 hasta 15cm), pero aquellos que lo hicieron se refirieron principalmente a *H. erectus* (>8 cm, 12-14cm), *H. ingens* y *H. reidi* (desde 2-3cm y hasta 10cm). También en los mercados se identificaron vendedores que ofrecían caballitos importados, principalmente *H. ingens* y *H. erectus*. Sin embargo, se considera poco probable que se comercialicen ejemplares importados o tan grandes criados en cautiverio en México (seguramente son silvestres), pues resulta muy caro traerlos (p.e. $6,000 pesos) o crecerlos a esas tallas, lo que implica ofrecerlos con un precio aún mayor para obtener ganancias, mismo que los consumidores no están dispuestos a pagar.

Varios vendedores señalaron que la comercialización para fines de ornato sería muy buena alternativa si se creara cultura en los compradores finales respecto a los cuidados y alimentación de los caballitos, así como el apoyo de las autoridades para los trámites legales.

En los mercados, la mayor parte de los vendedores mencionaron que sus caballitos venían del Pacífico (Acapulco, Mazatlán, Manzanillo) y algunos del Golfo (Yucatán), a veces contradiciéndose durante la misma entrevista, no sabían qué especies eran (o decían, por ejemplo, que era *H. erectus* capturado en el Pacífico) y en general no indicaban quién se los llevaba o de dónde eran sin divagar. No fue posible tomar fotografías ni medidas de los especímenes para identificarlos (aproximadamente entre 5 y 20cm), pero uno de los vendedores que sólo ofertaba caballitos importados, afirmó que la mayoría de los puestos vendía *H. erectus* e *H. ingens*. Al parecer, algunos puestos compran a otros para reventa, incrementando los precios incluso al doble.

También en los mercados, los vendedores mencionaron que los caballitos de mar no son los peces que tienen más rotación en sus acuarios, pues se venden poco en comparación con otras especies (p.e. pez payaso). Sin embargo, afirmaron que todos los caballitos de mar que les llegan se venden ("si la gente los ve los compra"). En general, señalaron que el mejor mercado para los caballitos de mar criados en cautiverio es la exportación.

Los principales problemas que mencionaron los vendedores con respecto a la venta de caballitos de mar se refieren a la alimentación (p.e. requieren alimento vivo y sólo los criados en cautiverio en algunos casos aceptan alimento congelado), cuidados en general (p.e. es necesario dedicar mucho tiempo para darles de comer, separarlos por grupos de edad, requieren peceras independientes de otros peces), transporte (p.e. son organismos delicados y que pueden tener una alta mortandad en los traslados), demanda (p.e. se requiere una cartera estable de clientes para ser un negocio rentable pues la demanda es muy variable) y desconocimiento de los clientes sobre los caballitos de mar (p.e. aunque son atractivos para los consumidores, existe poca conciencia sobre los cuidados que requieren, falta de instalaciones apropiadas para mantenerlos y poca experiencia en acuarismo).

3. Exportaciones e importaciones en el periodo 2004-2018

A partir de información disponible en la base de datos de comercio de la CITES y la proporcionada por la DGVS-SEMARNAT, PROFEPA y el USFWS sobre las **exportaciones** de caballitos de mar en México entre 2004 y 2018, se realizó un cruce de los datos utilizando los números de permiso CITES para vincular los registros proporcionados por las autoridades, y los demás datos (cantidades, códigos, etc.) para relacionarlos con la base de datos de la CITES. A continuación, se presentan los aspectos más relevantes que se observaron, así como un análisis complementario al de Evanson *et al*. (2011) con datos del periodo 2004-2018:

a) De acuerdo con los registros de verificación de PROFEPA (exportaciones efectivas), disponibles únicamente para el período **2010-2018, México exportó (efectivamente) un total de 5,426 especímenes, todos *Hippocampus ingens* vivos, con un promedio de 775 anuales** (entre 300 y 1,152; sin exportaciones en 2015 y 2016). La base de datos de comercio de la CITES reporta la importación de 6,548 especímenes vivos entre 2004 y 2018 exportados desde México (sin datos para 2017 y 2018, pues al parecer aún no se incorporan esos informes anuales). Los datos del periodo comparable entre ambas fuentes (2010-2016) coinciden para todos los años excepto 2012, cuando PROFEPA reporta 300 individuos menos que los importadores.
b) En general, las cantidades verificadas por la PROFEPA son menores (½, ⅓) a las autorizadas en cada permiso CITES. La **DGVS reporta haber autorizado la exportación de 14,352 especímenes vivos desde 2004** (la mayoría *H. ingens*, sólo 60 *H. reidi* y 100 híbridos *H. ingens* x *H. reidi*), con un **promedio de 1,104 anuales** (entre 206 y 3,700; sin autorizaciones en 2004 y 2015). **Un total de 3,336 de éstos fueron silvestres** (después de 2012 ya no se reportan exportaciones de origen silvestre) y los demás provinieron de la cría en cautiverio. Del total exportado, sólo 10,738 han sido reportados a CITES (informes anuales hasta 2016).
c) Además, DGVS autorizó la exportación de **1,367 cuerpos** de *H. ingens* (en 2009 y 2017) y 100 piezas (muestras biológicas) de *H. erectus* en 2005, en ambos casos provenientes de la cría en cautiverio. Sin embargo, la base de datos de CITES reporta la importación aparentemente desde México de **3,926 cuerpos y 1,121 kg de cuerpos** (1,100 kg hacia Hong Kong equivalentes a ~460,000 individuos, utilizando el factor de conversión 2.39 gr/ind. propuesto por Baum y Vincent, 2005 para *H. erectus*; no reportados por DGVS ni PROFEPA).
    - El promedio anual reportado por PROFEPA para la exportación de individuos vivos (~800) es menor al estimado por Evanson *et al.* (2011; miles de individuos al año) y sólo para una especie en lugar de 3, posiblemente porque dichos autores se basaron en datos reportados por la DGVS (autorizaciones) e importadores (algunos especímenes ilegales).
    - Dado que DGVS sólo reporta la autorización de un total de 1,367 individuos muertos entre 2004 y 2018, y PROFEPA no presenta verificaciones de este tipo de especímenes, es probable que los 1,300 caballitos secos exportados anualmente desde México que reportan Evanson *et al*. (2011) fuesen ilegales (ver **Apartado VII**).
    - Dichos autores señalan que no hay registros históricos entre 2004 y 2008 de exportaciones de individuos secos provenientes de la cría en cautiverio desde México, por lo que es importante destacar que DGVS emitió autorizaciones en este sentido en 2009 y 2018 (aunque no hay registro de verificación por parte de PROFEPA y sólo se reporta importación en 2009 en la base de datos de la CITES).
d) Todas las exportaciones de individuos vivos, salvo las muestras biológicas (fines científicos), fueron con **fines comerciales**, mientras que las de cuerpos fueron con fines comerciales y para **uso personal**. Asimismo, todos los registros se encuentran a nivel de especie.
    - Dado que México reporta sus exportaciones a nivel de especie, es posible que Evanson *et al.* (2011) se refieran al reporte de los importadores, en su mayoría de especímenes ilegales, cuando señalan que ⅔ de los registros se encontraron a nivel de género.

e) El principal país importador desde 2004 es **Estados Unidos**, pero a partir de 2009, empiezan a reportarse movimientos de especímenes hacia **Hong Kong** y **Nueva Zelanda**, y en 2017 y 2018 también hacia **China**.
   - Resalta la reaparición de China como importador de caballitos de mar desde México en los últimos dos años (sólo en 2018 hay registro de verificación de PROFEPA), después de más de 15 años de no figurar en los registros y haber sido el principal destino histórico (pre-CITES; Baum y Vincent, 2005; Evanson *et al*., 2011)

f) La Notificación a las Partes 2005/014 sobre el Comercio de Caballitos de Mar señala que el Comité de Fauna (AC20; Johannesburgo, 2014) recomendó la implementación voluntaria de una talla mínima de 10cm para la exportación de especímenes silvestres, pues la mayor parte de las especies alcanzan dicha talla después de la madurez sexual (en el caso de las especies mexicanas, sólo *H. zosterae* no alcanza dicha talla); el Comité no emitió recomendaciones en este sentido para ejemplares criados en cautiverio. En este sentido, los datos de la DGVS no incluyen detalles sobre las características de los especímenes autorizados para exportación (talla, sexo, etc.), posiblemente porque la mayoría provenían de la cría en cautiverio (aunque algunas exportaciones salieron con código W; ver siguiente inciso)

g) Al comparar los datos de la DGVS, PROFEPA y el USFWS, utilizando los números de permiso para vincularlos y con la base de datos de la CITES, se detectaron algunas **inconsistencias**:

Con respecto a las **importaciones** de caballitos de mar en México, los datos de la DGVS coinciden casi en su totalidad con los de la base de datos de CITES (aunque los informes de 2017 y 2018 aún no aparecen en ésta), y destaca lo siguiente:

a) De acuerdo a los datos de la DGVS, **México ha importado 3,254 individuos vivos de caballitos de mar de 8 especies**, **principalmente *H. kuda* (1,557) y *H. reidi* (835), entre 2005 y 2018** (sin importaciones en 2004, 2006, 2015 y 2016), casi todos con fines comerciales y **en su mayoría de origen silvestre** (2,009) y nacidos en cautiverio (920).
b) En casi todos los casos se trata de **reexportaciones desde Estados Unidos** con origen en Indonesia, Viet Nam y Brasil.
c) Las importaciones fueron realizadas por **11 personas/empresas, principalmente 5**: Juan David Arias Zúñiga (~25%), Rubs Distribuidora S.A. de C.V. (~19%), Irma Elizabeth González Ibarra (~18%), Leonardo Trinidad Centurión Godoy (~14%), Daniel Rodríguez Mauro (~11%).
d) Cabe señalar que casi en todos los registros que presentan cantidad exportada e importada, ésta última fue mayor a la primera (en los totales es más del doble) y en muchos casos no hay cantidades reportadas por el país exportador (EUA).
e) Asimismo, resalta la **importación de varias especies que se distribuyen en México** (*H. reidi*, *H. erectus* y por primera vez en 2017, *H. zosterae*).

En general, la base de datos de comercio de la CITES presenta varios retos en términos de la información disponible: los datos son proporcionados por los mismos países, pueden reflejar las cantidades autorizadas o las efectivamente exportadas, en muchos casos no se reportan las unidades (individuos o kilogramos), los registros de exportación (obligatorios) e importación (voluntarios) no coinciden y frecuentemente hay errores de identificación o no se reporta a nivel de especie (Vincent *et al*., 2011b).

4. Comercio de caballitos de mar mexicanos por internet

Se realizaron búsquedas en internet utilizando palabras clave tanto en español como en inglés en Google (p.e. caballitos de mar/*seahorses*, peces marinos/*marine fish*, peces de ornato/*ornamental fish*,

Hippocampus, precios/*price*, ventas/*sale*, *erectus*, *ingens*, *reidi*, *zosterae*, entre otras) para identificar sitios que ofertaran especies de caballitos de mar mexicanas. Sólo se consideraron aquellas que indicaban el nombre científico de la especie en venta, tuvieran o no ejemplares disponibles en el momento.

Se identificaron 39 sitios web en total: 33 que ofertan una o más de las cuatro especies con ejemplares vivos, 7 sitios con especímenes secos (sólo 2 indicaban la especie) y uno con especímenes en polvo (a nivel de género). No obstante, en éstos últimos las ofertas son de cientos o miles de kilogramos (~$30 USD/ind o $50-$200 USD/kg).

La mayoría de sitios (22) se ubican en EUA (la mitad en Florida) y en general sólo hacen envíos nacionales (a través de paquetería FedEx o UPS). Otros sitios que venden caballitos de mar vivos se ubican en Canadá, España, Australia, Reino Unido, Irlanda, Países Bajos y México (sólo 1 sitio). En el caso de especímenes secos y en polvo, se identificaron ofertas provenientes de al menos 13 países (incluyendo México con 1 solo sitio y EUA), generalmente, a través de plataformas de venta (p.e. ebay, etsy, ec21, alibaba).

Un total de 14 sitios con ejemplares vivos ofertan una sola especie, 9 sitios ofertan 2 especies, 6 sitios ofrecen 3 y sólo 3 sitios tienen las 4 especies mexicanas en venta. La especie más común fue *H. erectus* (26 sitios), seguido por *H. reidi* (15), *H. zosterae* (13) y finalmente *H. ingens* (8). Sólo 13 sitios que venden ejemplares vivos incluyen las tallas de al menos una de las especies que ofertan. En general, *H. erectus* se vende entre los 2.5 y 17.7cm, *H. ingens* entre 7.6 y 25.4cm, *H. reidi* entre 5 y 20 cm, y *H. zosterae* entre 1.2 y 3.8cm. Asimismo, 4 sitios que venden ejemplares secos también mencionan tallas (entre 2.5 y 18cm).

En cuanto a los precios, *H. erectus* se oferta en $60-$260 USD, *H. ingens* en $115-$150 USD, *H. reidi* en $85-$410 USD y *H. zosterae* $10-$150 USD, dependiendo la talla y coloración (sólo 7 sitios no incluyeron precios de sus ejemplares).

De los 39 sitios identificados, 23 mencionan el origen de sus ejemplares y sólo 5 reportan tener ejemplares silvestres, los demás aparentemente provienen de la cría en cautiverio, aunque en varios de ellos mencionan el término "*tank raised*" (posiblemente nacido en cautiverio, Código de Origen F). En este sentido, sólo 16 sitios incluyen el país/criadero del que proceden sus ejemplares (la mayoría de empresas cría en cautiverio los ejemplares que vende), y de éstos sólo dos mencionan a México como país de procedencia (*H. ingens*). Cabe destacar que varios sitios que venden ejemplares criados en cautiverio señalan que están "entrenados" para alimentarse de mísidos congelados.

Asimismo, de los 39 sitios web, 10 ya habían sido reportados en un análisis realizado en 2013, donde se encontraron 18 sitios en total que ofertaban especies mexicanas, de los cuales 8 ya no están funcionando actualmente. Cabe señalar que 5 de los 10 sitios activos, no ofertaba algunas de sus especies en 2013 (*H. erectus, H. reidi* y *H. zosterae*); 5 sitios mantuvieron sus precios; 2 solían vender sus ejemplares más baratos que ahora; y sólo 2 sitios bajaron sus precios.

Finalmente, llama la atención que únicamente se identificaron 2 sitios web que ofertan caballitos de mar en México (un particular que vende caballitos secos *H. spp* y un PIMVS), ambos a través de la plataforma Facebook. En este sentido, al parecer casi la totalidad de las ventas a nivel nacional se realiza directamente en mercados, acuarios y a través de distribuidores.

Cabe mencionar que varias de las compañías identificadas forman parte de la "*Coalition to end wildlife trafficking online*" (alibaba, ebay, etsy; destaca la ausencia de mercadolibre), impulsada por WWF,

TRAFFIC y IFAW y con 32 compañías aliadas, que desde 2018 busca prevenir la venta ilegal por internet de especímenes de especies en peligro (https://www.traffic.org/news/global-internet-giants-gather-to-protect-wildlife-with-technology/).

VII. Características y niveles del comercio ilegal

La PROFEPA reporta 14 decomisos de caballitos de mar entre 2004 y 2018 en territorio nacional, 12 de ellos en la Ciudad de México (a partir de 2010) y los dos restantes en Sinaloa y Michoacán en 2004 y 2009. El total decomisado fue de 9,224 piezas (4,956 secos) y 0.9 kg y sólo en 2 decomisos se identificó la especie (*H. ingens*; 0.2 kg en 2012 y 25 piezas muertos y secos en 2016), pues en el resto se indica el género (*Hippocampus* spp.) o el texto "*no especifica*". Adicionalmente se reporta el aseguramiento de 1,029 piezas en estado seco de *H. ingens* en 2009 en Baja California Sur.

Puede observarse en la base de datos de comercio de la CITES que todos los registros con **código I (ilegal) corresponden a cuerpos por un total de 2,770 (~70% del total de cuerpos)** que fueron reportados por EUA prácticamente todos los años entre 2004 y 2016 (la base no cuenta con datos de 2017 y 2018). Adicionalmente, se registran **489 cuerpos en 2004, 2005 y 2007, así como 1,121 kg de cuerpos en 2004, 2005, 2006, 2007, 2010 y 2011** (equivalente a ~460,000 ind., utilizando el factor de conversión 2.39 g/ind. propuesto por Baum y Vincent, 2005 para *H. erectus* que conforma la mayor parte) **con código W que fueron reportados sólo por el país importador** (1,100 kg por Hong Kong SAR y 21 kg por EUA) pero DGVS/PROFEPA no registran su exportación.
Foster *et al.* (2018) indican que México fue uno de los países reportados como fuente de caballitos de mar secos para el mercado de medicina tradicional de Hong Kong SAR en 2016-2017 (entrevistas a comercializadores), a pesar de la "veda establecida desde 1994" (ver observaciones al respecto en el **Apartado III.2**).

Por otra parte, la PROFEPA (datos proporcionados a la CONABIO y comunicado de prensa PROFEPA, 2016) reporta cuatro aseguramientos de caballitos de mar en puertos, aeropuertos y fronteras en 2013, 2016 (2) y 2018 por un total de 82,724 ejemplares secos, de los cuales 82,312 se identificaron a nivel de especie (*H. ingens*), y 78,757 tenían como destino Asia. En el caso del aseguramiento de 3,636 ejemplares de *H. ingens* en 2016 en Baja California, PROFEPA reporta que se trataba de ejemplares de distintos tamaños, 1,921 hembras y 1,715 machos (PROFEPA, 2016).

Cabe mencionar que de acuerdo con el informe regional de Norteamérica a la 61ª reunión del Comité Permanente (Ginebra, agosto 2011), las autoridades de Hong Kong consultaron a la DGVS en mayo de 2011 sobre la validez de un permiso CITES de exportación (MX 56811 del 24 de noviembre de 2010) que amparaba 300 kg de caballito de mar *Hippocampus erectus*, mismo que resultó ser falso, por lo que las autoridades no permitieron su entrada a dicho país (https://www.cites.org/sites/default/files/eng/com/sc/61/E61-56-05.pdf). Sin embargo, en la base de datos de comercio de la CITES, Hong Kong reporta la importación de 200 kg de *H. erectus* (cuerpos, W) en 2010 y 900 kg en 2011.

Durante las entrevistas con vendedores (ver **Apartado VI.2**), éstos comentaron que siguen las reglas para evitar problemas, pero que es posible conseguir lo que se necesite sabiendo preguntar en el mercado Morelos. Un distribuidor mencionó que la mayoría de los caballitos se compra a los pescadores de Quintana Roo, Veracruz y Acapulco, y que en ocasiones le han querido comprar caballitos para validar los ejemplares ilegales a través de sus documentos. Otros señalaron que se pescaban también en Mazatlán, Manzanillo y Yucatán. Varios de ellos enfatizaron que no hay ningún incentivo para el mercado legal de especímenes mexicanos, pues el mercado negro tiene redes de distribución establecidas que permiten comercializar individuos silvestres sin permisos, que además

son más atractivos para el consumidor final por las tallas que poseen (y que es difícil y costoso alcanzar en la cría en cautiverio).

En entrevista informal con 5 pescadores ribereños (atarraya, chinchorro, línea) en Mazatlán, Sinaloa (a través de un contacto en la ciudad), comentaron que particularmente este año (abril 2019) habían tenido poca pesca, pero que en otros años en época de calor llegan a sacar entre 1 y 5 caballitos de mar de entre 3 y 12cm de longitud (*H. ingens*). Mencionaron que años atrás los vendían como curiosidades y se elaboraban llaveros, pero actualmente los regresan al mar.

VIII.Descripción de la cadena productiva de los caballitos de mar en México

La cadena productiva en México incluye al menos cuatro niveles, no necesariamente consecutivos: 1) pescadores, buzos, criaderos (origen de los ejemplares), 2) intermediarios, 3) compradores, vendedores (curiosidades, mercados, acuarios, minoristas), y 4) mayoristas, importadores, exportadores (Bruckner *et al.*, 2005; Baum y Vincent, 2005; Vincent *et al.*, 2011a).

Con base en información proporcionada por la DGVS (ver detalles en **Apartado V.1**), en el periodo 2004-2018 sólo cuatro UMA Intensivas/PIMVS han sido autorizadas para aprovechar caballitos de mar vivos y muertos. De éstas, sólo a dos se les ha autorizado la exportación de individuos vivos, mismas que se hicieron a través de ocho personas/empresas diferentes, tres de las cuales parecen ser intermediarios (no son los propietarios/representantes legales de las UMA), aunque en ocasiones el exportador y el importador fueron la misma persona/empresa. Por otro lado, sólo hay registros de 2 autorizaciones de exportación de ejemplares muertos, ambas provenientes de la misma UMA, una con destino a EUA y la otra a China, a través de un intermediario.

En este sentido, aparentemente tanto el comercio de especímenes vivos como muertos involucra tres niveles de la cadena productiva actualmente (pescadores/criaderos, intermediarios y exportadores/importadores). Sin embargo, aparentemente hay una tendencia reciente hacia la venta directa y la eliminación de intermediarios en el mercado de caballitos de mar tanto nacional como internacional, así como hacia el comercio por internet.

De acuerdo con Baum y Vincent (2005) y Vincent *et al.*, (2011a), el valor de los caballitos de mar se incrementó aproximadamente el doble en cada eslabón de la cadena productiva en México, a un tipo de cambio de $1 USD = $9.45 MXN en 2000:

- Secos: los pescadores en México recibían alrededor de $1-$5 MXN ($0.11-$0.53 USD) por caballito en ambas costas y en el Pacífico llegaban a recibir hasta $350 MXN/kg ($36.98 USD), mientras que los exportadores pagaban $5 MXN ($0.53 USD) al comprador. Los vendedores de curiosidades recibían $10-$70 MXN ($1.06-$7.40 USD) en la vertiente del Atlántico y $9-$115 MXN ($0.95-$12.15 USD) en el Pacífico por individuo, aunque los importados se vendían en $55 MXN ($5.81 USD) cada uno.
- Vivos: los buzos recibían alrededor de $20-$50 MXN ($5 ± $2 USD) por caballito de mar silvestre, los intermediarios pagaban aproximadamente $80-$90 MXN ($8.45-$9.51 USD) y en las tiendas se vendían entre $120-$400 MXN los individuos pequeños (~$23.56 USD) y $220-$600 MXN (~$41.20 USD) los grandes o rojos. Los caballitos de mar criados en cautiverio podían venderse entre $18 y $25 MXN según tamaño (5-6cm a 8-11cm). En el caso de individuos importados, podían costarle a un mayorista entre $0.75 y $3.45 USD dependiendo el país de origen o hasta $7 USD por tamaño/color y los vendía al doble, por lo que en general las tiendas los vendían entre $100-$600 MXN (~$26.94 USD).

Cabe mencionar que en mercados como el de Hong Kong, individuos grandes, pálidos y lisos pueden llegar a venderse hasta en $1,200 USD/kg (Vincent, 1996) o $10,000 USD/kg.

Durante las entrevistas a vendedores tanto en mercados como en entrevistas telefónicas/encuestas, éstos indicaron que generalmente se venden entre $300-$400 MXN y los revendedores hasta en $700-800 MXN, pero aquellos que ofrecían caballitos importados (principalmente *H. ingens* y *H. erectus*) mencionaron que los vendían entre $400 MXN (4-6cm) y $1,800 MXN (alrededor de 15-18cm).

Por otra parte, de acuerdo con los expedientes de las UMA proporcionados por DGVS, los precios a los que han vendido los caballitos de mar vivos para exportación se encuentran entre $2-$12 USD/ind y $200-$300 MXN/ind. Se consider que es difícil competir con los pequeños comercios que suelen adquirir ejemplares de dudosa procedencia pues son más baratos ($50-$80 MXN), mientras que el PIMVS vende a distribuidores a $120-$150 MXN. Los precios de mayoreo aproximados dependen de la talla y van de $200-$300 MXN (6-7cm LT) a $550-$700 MXN (8-9cm), mientras al público se ofrecen de $400-$500 MXN a $1,000-$1,200, respectivamente.

IX. Referencias

Abarca-Arenas, L. G., J. Franco-López, R. Chávez-López, D. Arceo-Carranza y A. Morán-Silva. 2004. Análisis trófico de la comunidad de peces provenientes de la pesca incidental camaronera de la costa de Alvarado, México. 55th Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 55: 384-394.

Actman, J. 2016. Dried Seahorses Seized—All Eight Million. Lima, Peru. Disponible en: http://news.nationalgeographic.com/2016/07/seahorses--eight-million-peru-smuggling-crime-blotter/ (Consultado el 13 de noviembre de 2018).

Arcos-Pulido, M. P. 2006. Revisión de la situación actual de las especies de caballito de mar (*Hippocampus* spp.) que habitan en Colombia, instrumentos de gestión y acciones prioritarias de conservación. Proyecto final de Máster en Gestión y auditorías ambientales en ciencias y tecnologías marinas. Fundación Universitaria Iberoamericana, 110pp.

Aylesworth, L. A., J. H. Xavier, T. P. R. Oliveira, G. D. Tenorio, A. F. Diniz and I. L. Rosa. 2015. Regional-scale patterns of habitat preference for the seahorse *Hippocampus reidi* in the tropical estuarine environment. Aquatic Ecology, 49(4): 499-512.

Barletta, M. and M. F. M. Correa. 1989. Chondrofauna do complexo estuarino da baía de Paranaguá e adjacências, PR – Brasil. Levantamento e produtividade pesqueira. In: Summaries of the IV Meeting of the Work group on Fishes and Research of Sharks and Rays in Brazil, Tamandaré. p: 23. (in Portuguese).

Baum J. K. and A. C. J. Vincent. 2005. Magnitude and inferred impacts of the seahorse trade in Latin America. Environmental Conservation, 32(4): 305–319.

Baum J. K., J. J. Meeuwig and A. C. J. Vincent. 2003. Bycatch of lined seahorses (*Hippocampus erectus*) in a Gulf of Mexico shrimp trawl fishery. Fish. Bull, 101: 721–731.

Bell, E. M., J. F. Lockyear, J. M. McPherson, A. D. Marsden and A. C. J. Vincent. 2003. The first field studies of an endangered South African seahorse, *Hippocampus capensis*. Environmental Biology of Fishes, 67: 35–46.

Branco, J. O, F. Freitas Jr and M. L. Christoffersen. 2015. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, southern Brazil. Biota Neotropica, 15(2): e20140143.

Breder, C. M., Jr. 1940. The expulsion of young by the male of *Hippocampus zosterae*. Copeia 1940, 137–138.

Bruckner, A.W. , J. D. Field and N. Daves (editores). 2005. The proceedings of the international workshop on CITES implementation for seahorse conservation and trade. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-36, Silver Spring, MD 171pp.

Bye, V. J. 1984. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. In Fish Reproduction: Strategies and Tactics (Potts, G. W. and Wootton, R. J., eds), pp. 187–205. London, U.K.: Academic Press Inc.

Campoy-Fabela, J. 2002. Situación de la problemática relacionada con la flota mayor de puerto Peñasco y la próxima temporada de pesca de camarón 2002–2003. Nota informativa. SEMARNAT.

Carpenter, K.E., M. Abrar, G. Aeby, R. B. Aronson, S. Banks, A. Bruckner, A. Chiriboga, J. Cortes, J. C. Delbeek, L. DeVaniter, G. J. Edgar, A. J. Edwards, D. Fenner, H. M. Guzman, B. W. Hoeksema, G. Hodgson, O. Johan, W. Y. Licuanan, S. R. Livingstone, E. R. Lovell, J. A. Moore, D. A. Obura, D. Ochavillo, B. A. Polidoro, W. F. Precht, M. C. Quibilan, C. Reboton, Z. T. Richards, A. D. Rogers, J. Sanciangco, A. Sheppard, C. Sheppard, J. Smith, S. Stuart, E. Turak, J. E. N. Veron, C. Wallace, E. Weil and E. Wood. 2008. One-third of reef building corals face elevated extinction risk from climate change and local impacts. Science, 321(5888): 560-563.

Castro, A. L. D. C., A. D. F. Diniz, I. Z. Martins, A. L. Vendel, T. P. R. D. Oliveira and I. M. D. L Rosa. 2008. Assessing diet composition of seahorses in the wild using a non destructive method: *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) as a study-case. Neotropical Icthyology, 6(4): 637-644.

Celaya, M. y A. Almaraz. 2018. Recuento histórico de la normatividad pesquera en México: un largo proceso de auge y crisis. Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento, 6(16):33-48.

Cividanes da Hora, M. D. C. and J. C. Joyeux. 2009. Closing the reproductive cycle: growth of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei, Syngnathidae) from birth to adulthood under experimental conditions. Aquaculture, 292: 37–41.

CONAPESCA. 2017. Anuario estadístico de Acuacultura y Pesca 2017. SAGARPA/CONAPESCA. 297 pp.

Correa, M., K. S. Chung y R. Manrique. 1989. Cultivo experimental del caballito de mar, *Hippocampus erectus*. Boletin del Instituto Oceanografico de Venezuela, Universidad de Oriente, 28: 191–196.

Dauwe, B. 1993. Ecology of the seahorse *Hippocampus reidi* on the Bonaire coral reef (N.A.): habitat, reproduction and community interaction. M.S. thesis, 65 p. Rijksuniversiteit, Groningen, Netherlands.
Dias, T. L. P. and I. L. Rosa. 2003. Habitat preferences of a seahorse species, *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) in Brazil. *aqua*, 6: 165–176.
Dias, T. L., I. L. Rosa and J. K. Baum. 2002. Threatened fishes of the world: *Hippocampus erectus* Perry, 1810 (Syngnathidae). Environmental Biology of Fishes, 65(3): 326.
Dunham, N. M. 2010. The life history and energy budget of *Hippocampus erectus* in Tampa Bay, Florida. MSc. Thesis. College of Marine Science, University of South Florida.
Evanson M., S. J. Foster, S. Wiswedel and A. C. J. Vincent. 2011. Tracking the international trade of seahorses (*Hippocampus* species). Fisheries Centre Research Reports, 19(2): 1-94. University of British Columbia, Canada.
Faleiro, S. and L. Narciso. 2013. The disadvantages of mating outside home: how breeding in captivity affects the reproductive success of seahorses? J. Sea Res., 78:85-90.
FAO. 2011a. Aquaculture development. 6. Use of wild fishery resources for capture-based aquaculture. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 5, Suppl. 6. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 81 pp.
FAO. 2011b. Directrices internacionales para la ordenación de las capturas incidentales y la reducción de los descartes. Roma, FAO. 73 pp.
FAO. 2018. Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza. 2ª edición. San Salvador, FAO. 44 pp.
Felicio, A. K. C., I. L. Rosa, A. Souto and R. H. A. Freitas. 2006. Feeding behavior of the longsnout seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. Japan Ethological Society and Springer-Verlag Tokyo 2006, (24): 219- 225.
Flaherty, K.E., R. E. Mathesen Jr., R. H. McMichael Jr. and W. B. Perry. 2013. The influence of freshwater on nekton community structure in hydrologically distinct basins in Northeastern Florida Bay, FL, USA. Estuaries and Coasts: 1-22.
Flores Hernández, D., M. Pérez Sánchez, J. Ramos Miranda y J., F. Gómez Criollo. 2007. Population dynamics and exploitation level assessment of the seabob, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1982) in Tabasco-Campeche coast, south of the Gulf of Mexico. TCS Mid-Year Meeting Crustacean Society. Coquimbo, Chile 14-17 october, 2007. Poster session.
Foster, S. 2008. Case Study 4: *Hippocampus* spp. Project Seahorse. WG8 - Fishes. International Expert Workshop on CITES Non-Detriment Findings.
Foster, S. J. and A. C. J. Vincent. 2004. Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. Journal of Fish Biology, 65: 1–61.
Foster, S. J. and A. C. J. Vincent. 2010. Tropical shrimp trawl fisheries: fishers knowledge of and attitudes about a doomed fishery. Marine Policy, 34(3): 437-446.
Foster, S. J. and A. C. J. Vincent. 2016. Making Non-Detriment Findings for seahorses – a framework, Version 4. Project Seahorse, The Institute for the Oceans and Fisheries (formerly the Fisheries Centre), The University of British Columbia. 72 pp.
Foster, S. J., S. Wiswedel and A. Vincent. 2014. Opportunities and challenges for analysis of wildlife trade using CITES data – seahorses as a case study. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. Wiley Online Library.
Foster, S. J., T. Kuo, A. K. Y. Wan and A. C. J. Vincent. 2018. Global seahorse trade defies export bans under CITES action and national legislation. IOF Working Papers 2018 (01), 18pp., Institute for the Oceans and Fisheries, University of British Columbia.
Freret-Meurer, N. and J. Andreata. 2011. First record of Hippocampus erectus Perry, 1810 (Pisces, Syngnathidae, Actinopterygii) at 100 meters deep. Revista Brasileira de Zoociencias, 13: 109-110.
Freret-Meurer, N. T. Fernández, N. Okada and A. vaccani. 2018. Population dynamics of the endangered seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 in a tropical rocky reef hábitat. Animal Biodiversity and Conservation, 41.2.
Freret-Meurer, N. V., and J. V. Andreata. 2008. Field studies of a Brazilian seahorse population, *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. Brazilian Archives of Biology and Technology, 51(4): 743-751.
FWC. 2016. A History of Florida's management of the dwarf seahorse (*Hippocampus zosterae*). In: Division of Marine Fisheries Management (ed.). Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Tallahassee, FL.

Gardiner, N. 1998. *Hippocampus erectus*. Undergraduate report. University of Michigan: Michigan, U.S.A.
Gijón-Díaz, D., H. Reyes-Bonilla, T. P. Guerrero-Izquierdo y F. J. Fernández-Rivera Melo. 2017. Potencial económico de la captura de peces de ornato bajo protección federal en México. Rev. Biol. Trop, 65(1): 195-2010.
Groves, J. S. and R. J. Lavenberg. 1997. The Fishes of the Galagpagos Islands. Stanford,U.S.A.: Stanford University Press.
Gutiérrez, L. P., Y. P. Cubero, R. I. C. Wong and P. P. C. Monteagudo. 2011. Estudio de las poblaciones de caballitos de mar en dos zonas de la costa norte de La Habana y Pinar del Río. Revista de Ciencias Marinas y Costeras, 3: 171-181.
Hardy, J. D. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages – Volume II. Anguillidae through Syngnathidae. Washington, U.S.A.: U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services.
Hare, J. A., H. J. Walsh, K. E. Maranick, D. Score, G. R. Sedberry, R. O. Parker Jr and R. W. Mays. 2006. Fish fauna of Gray's Reef National Marine Sanctuary and the implications for place-based management. NOAA Mar. Cons. Ser.
Herald, E. S. and M. Rakowicz. 1951. Stable requirements for raising sea horses. Aquarium Journal, 22: 234–242.
Hernández-Roque, J.A., E. I. Romero-Berny y J. M. López-Vila. 2018. Ictiofauna de descarte en la pesca artesanal de camarones (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*) en la laguna costera Mar Muerto, Golfo de Tehuantepec, México. Rev. Mar. Cost, 10(2): 51-76.
Herrera-Valdivia, E., J. López-Martínez, S. Castillo Vargasmachuca y A. R. García-Juárez. 2016. Diversidad taxonómica y funcional en la comunidad de peces de la pesca de arrastre de camarón en el norte del Golfo de California, México. Rev. Biol. Trop., 64(2): 587-602.
Hora, M. D. S. C. D. and J. C. Joyeux. 2009. Closing the reproductive cycle: growth of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei, Syngnathidae) from birth to adulthood under experimental conditions. Aquaculture, 292: 37-41.
Hora, M., J.C. Joyeux, R. Rodrigues, L. de Sousa-Santos, L. Gomes and M. Tsuzuki. 2016. Tolerance and growth of the longsnout seahorse *Hippocampus reidi* at different salinities. Aquaculture, 463:1-6.
INAPESCA. 2016. Evaluación y manejo de la pesquería de camarón del Pacífico Mexicano. Captura, puntos de referencia, biomasa, edad, medio ambiente, fauna de acompañamiento.
Jackson, J. B. C, M. K. Donovan, K. L. Cramer and W. Lam (editors). 2014. Status and trends for Caribbean coral reefs: 1970-2012. Global Coral Reef Monitoring Network, IUCN, Gland, Switzerland.
Jiménez García, G. L. 2012. Aspectos de la biología reproductiva y conducta del caballito de mar *Hippocampus erectus*. Tesis de Maestría en Ciencias – Biología Marina. Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. 103 pp.
Jones, A. G., C. Kvarnemo, G. I. Moore, L. W. Simmons and J. C. Avise. 1998. Microsatellite evidence for monogamy and sex-biased recombination in the Western Australian seahorse *Hippocampus angustus*. Molecular Ecology, 7: 1497–1505.
Karnauskas, M., M. J. Schirripa, C. R. Kelble, G. S. Cook and J. K. Craig. 2013. Ecosystem status report for the Gulf of Mexico. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-653, Miami, Florida, USA, 52 pp.
Kelleher, K. 2005. Discards in the world's marine fisheries. An update. FAO Fisheries Technical Paper. No. 470. FAO, Rome.
Kendrick, A. J. and Hyndes, G. A. 2005. Variations in the dietary compositions of morphologically diverse syngnathid fishes. Environmental Biology of Fishes, 72: 415-427.
Kitsos, M. S., T. Tzomos, L- Anagnostopoulou and A. Koukouras. 2008. Diet composition of the seahorses, *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829 and *Hippocampus hippocampus* (Teleostei, Syngnathidae) in the Aegean Sea. Journal of Fish Biology, 72(6): 1259-1267.
Koldewey, H. (Ed.), 2005. Seahorse husbandry in public aquariums: 2005 Manual, with chapters contributed by members of the Syngnathid Discussion Group. ZSL, London, UK. 137 pp.
Koldewey, H. J. and K. M. Martin-Smith. 2010. A global review of seahorse aquaculture. Aquaculture, 302: 131-152.
Kuiter, R. H. 2009. Seahorses and their relatives. Aquatic Photographics, Seaford, Australia.
Lawson J. M., S. J. Foster and A. C. J. Vincent. 2017. Low bycatch rates add up to big numbers for a genus of small fishes. Fisheries, 42(1):19-33.
Lieske, E. and R. Myers. 1994. Collins Pocket Guide. Coral reef fishes. Indo-Pacific and Caribbean including the Red Sea. Harper Collins Publishers.

Lin, Q., D. Zhang, D. and J. Lin. 2009b. Effects of light intensity, stocking density, feeding frequency and salinity on the growth of sub-adult seahorses *Hippocampus erectus* Perry, 1810. Aquaculture 292, 111–116.

Lin, Q., J. D. Lin, D. Zhang and Y. Wang. 2009a. Weaning of juvenile seahorses *Hippocampus erectus* Perry, 1810 from live to frozen food. Aquaculture 291, 224–229.

Lin, Q., J. Lin and D. Zhang. 2008. Breeding and juvenile culture of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* Perry, 1810. Aquaculture, 277(3-4): 287-292.

López-Martínez, J., S. Hernández-Vázquez, R. Morales-Azpeitia, M. O. Névarez-Martínez, C. Cervantes-Valle y J. Padilla-Serrato. 2012. Variación de la relación camarón: fauna de acompañamiento en la pesquería de camarón industrial del Golfo de California. p. 27-47. En: Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. López-Martínez, J. y E. Morales-Bojórquez (Eds.), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, 466 p.

Lourie, S. A., A. C. J. Vincent and H. J. Hall. 1999a. Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation. Project Seahorse. London.

Lourie, S. A., J. C. Pritchard, S. P. Casey, T. S. Ky, H. J. Hall and A. C. J. Vincent. 1999b. The taxonomy of Vietnam's exploited seahorses (family Syngnathidae). Biological Journal of the Linnean Society, 66: 231–256.

Lourie, S. A., R. A. Pollom and S. J. Foster. 2016. A global revision of the seahorses *Hippocampus* Rafinesque 1810 (Actinopterygii: Syngnathiformes): taxonomy and biogeography with recommendations for further research. Zootaxa 4146 (1): 001–066.

Lourie, S. A., S. J. Foster, E. W. T. Cooper and A. C. J. Vincent. 2004. A Guide to the identification of seahorses. Project Seahorse and TRAFFIC North America, University of British Columbia and World Wildlife Fund, Washington D.C. https://static1.squarespace.com/static/55930a68e4b08369d02136a7/t/560323e2e4b0d28c82499865/1443046370329/Seahorse_ID_Guide_2004.pdf

Lourie, S.A. 2016. Seahorses: A Life-Size Guide to Every Species. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA, 160 pp.

Mai A. C. G. and I. M. L. Rosa. 2009. Ecological aspects of the seahorse *Hippocampus reidi* in the Camurupim/Cardoso estuary, Piauí State, Brazil, as subsidies for the implementation of an Environmental Protection Area. Biota Neotropica, 9: 1–7.

Mai, A. C. G. and G. Velasco. 2011. Population dynamics and reproduction of wild longsnout seahorse *Hippocampus reidi*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 92(2): 421-427.

Masonjones, H. D. 1997. Relative parental investment of male and female dwarf seahorses, *Hippocampus zosterae*. American Zoologist, 37: 114A.

Masonjones, H. D. 2001. The effect of social context and reproductive status on the metabolic rates of dwarf seahorses (*Hippocampus zosterae*). Comp. Biochem. Physiol. A, 129(2):541-555.

Masonjones, H. D. and S. M. Lewis. 1996. Courtship behavior in the dwarf seahorse, *Hippocampus zosterae*. Copeia 1996, 634–640.

Masonjones, H. D. and S. M. Lewis. 2000. Differences in potential reproductive rates of male and female seahorses related to courtship roles. Animal Behaviour, 59: 11–20.

Masonjones, H., Hayashida-Boyles, A. & Pollom, R. 2017. Hippocampus zosterae. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T10089A46910143. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T10089A46910143.en.

Masonjones, H.D., E. Rose, L. B. McRae and D. L. Dixson. 2010. An examination of the population dynamics of syngnathid fishes within Tampa Bay, Florida, USA. Current Zoology, 56(1): 118-133.

Matheson Jr., R. E., D. K. Camp, S. M. Sogard and K. A. Bjrogo. 1999. Changes in Seagrass-associated Fish and Crustacean Communities on Florida Bay Mud Banks: The Effects of Recent Ecosystem Changes? Estuaries, 22(28): 534-551.

Matlock, G. C. 1992. Life history aspects of seahorses, *Hippocampus*, in Texas. The Texas Journal of Science, 44:213-222

Miller, D. J. and R. N. Lea. 1972. Guide to the Coastal Marine Fishes of California. Sacramento, U.S.A.: California Department of Fish and Game.

Morán-Silva, A., R. Chávez-López, Ma. de L. Jiménez-Badillo, S. Cházaro-Olvera, G. Galindo-Cortes y C. G. Meiners-Mandujano. 2017. Análisis de la comunidad de peces de descarte en la pesca de arrastre de camarón (temporada de lluvias 2013) en la zona centro-sur del litoral veracruzano, México. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 52(3): 551-566.

Morgan, S. and C. Bull. 2005. Potential techniques for tagging and marking seahorses. Project Seahorse Technical

Report No.7, Version 1.0. Project Seahorse, Fisheries Centre, University of British Columbia. 27 pp.
Nijhoff, M. 1993. Voortplantingsecologie van het zeepaardje Hippocampus reidi op het koraalrif van Bonaire. MSc thesis, Rijksuniversiteit Groningen, Holland.
NOAA Fisheries. 2018. Dwarf Seahorse. Species directory. https://www.fisheries.noaa.gov/species/dwarf-seahorse (consulta el 14 de noviembre de 2018)
Novelli, B., J. A. Socorro, M. J. Caballero, F. Otero-Ferrer, A. Segade-Botella and L. Molina-Domínguez. 2015. Development of seahorse (*Hippocampus reidi,* Ginsburg 1933): histological and histochemical study. Fish. Physiol. Biochem., 41(5):1233-1251.
Oliveira, T. and Pollom, R. 2017. *Hippocampus reidi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T10082A17025021. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T10082A17025021.en.
Oliveira, V. M. D. and N. V. Freret-Meurer. 2012. Distribuição vertical do cavalo-marinho Hippocampus reidi Ginsburg, 1933 na região de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. Biotemas, 25: 59-66.
Olivotto, I., M. A. Avella, G. Sampaolesi, C. C. Piccinetti, P. Navarro Ruiz and O. Carnevali. 2008. Breeding and rearing the longsnout seahorse *Hippocampus reidi*: rearing and feeding studies. Aquaculture, 283: 92–96.
Ortega-Salas, A. A. and H. Reyes-Bustamante. 2006. Fecundity, survival, and growth of the seahorse *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathidae) under semi-controlled conditions. Rev. Biol. Trop., 54(4): 1-4.
Ortiz-Aguirre, I. 2018. Consideraciones sobre el estado actual de *Hippocampus ingens* para su aprovechamiento sostenible en la bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis Doctoral. UABCS.
Pham, N. and J. Lin. 2013. The effects of different feed enrichments on survivorship and growth of early juvenile longsnout seahorse, *Hippocampus reidi*. J. World Aquacult. Soc., 44(3):435-446.
PIECEMO. 2013. Cultivo del caballito de mar Hippocampus erectus. Programa de Investigaciones en Ecología y Cultivo de Especies Marinas de Ornato. UMDI, UNAM. 61p.
Piña Espallargas, R. 2004. La pesquería de especies marinas con fines de ornato en México. El Parque Marino de Loreto, B. C. S. como estudio de caso. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Departamento de Pesquerías y Biología Marina. IPN. 171pp.
Piña-Espallargas, R. 2000. Especies marinas de ornato del Golfo de California y su uso. En O. Aburto-Oropeza y C. . Sánchez-Ortiz (eds.). Recursos arrecifales del Golfo de California. Estrategias de manejo para las especies marinas de ornato. Universidad Autónoma de Baja California Sur y Brich Aquarium at SCRIPPS. 61-64 pp. La Paz, México: UABCS.
Planas-Oliver, M., R. Burhans and N. Simões. 2017. Seahorses and Pipefish. 299-326 pp. En: Marine Ornamental Species Aquaculture. R. Calado, I. Olivotto, M. Planas Oliver and G. Joan Holt (eds). John Wiley and Sons Ltd. 677pp.
Polidoro, B.A., K. E. Carpenter, L. Collins, N. C. Duke, A. M. Ellison, J. C. Ellison, E. J. Farnsworth, E. S. Fernando, K. Kathiresan, N. E. Koedam, S. R. Livingstone, T. Miyago, G. E. Moore, V. Ngoc Nam, J. Eong Ong, J. H. Primavera, S. G. Salmo, J. C. Sanciangco, S. Sukardjo, Y. Wang, and J. W. Hong Yong. 2010. The Loss of Species: Mangrove Extinction Risk and Geographic Areas of Global Concern. Public Library of Science One 5(4): 10.
Pollom, R. 2015. *Hippocampus zosterae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T10089A70505006.
Pollom, R. 2017a. *Hippocampus erectus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T10066A20191442. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T10066A20191442.en.
Pollom, R. 2017b. *Hippocampus ingens*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T10072A54905720. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T10072A54905720.en.
Pollom, R., J. T. Williams, and J. Brenner. 2015. *Hippocampus erectus* [regional assessment Gulf of Mexico]. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T10066A70455713.
Pramod, G., T. J. Pitcher, J. Pearce and D. Agnew. 2008. Sources of information supporting estimates of unreported fishery catches (IUU) for 59 countries and the high seas. Fisheries Centre Research Reports, University of British Columbia, Canada, 16(4):3-244.
PROFEPA. 2016. Asegura PROFEPA 3,636 ejemplares de caballitos de mar deshidratados en Tijuana, Baja California. Comunicado. 17 de diciembre de 2016. https://www.gob.mx/profepa/prensa/asegura-profepa-3-636-ejemplares-de-caballitos-de-mar-deshidratados-en-tijuana-baja-california?idiom=es
PROFEPA. 2017. Signa PROFEPA y CAAAREM convenio de concertación para coadyuvar en inspecciones en los puertos, aeropuertos y fronteras del país. Comunicado. 6 de julio de 2017. https://www.gob.mx/profepa/prensa/signa-profepa-y-caaarem-convenio-de-concertacion-para-

coadyuvar-en-inspecciones-en-los-puertos-aeropuertos-y-fronteras-del-pais
Project Seahorse. 2016. Identification guide for seahorses of the Americas. Project Seahorse / iSeahorse / Shedd Aquarium. 1-8 pp. https://static1.squarespace.com/static/55930a68e4b08369d02136a7/t/56660227b204d5891f064b97/1449525799962/Americas+ID+Guide_Final+%281%29.pdf
Qin, G., Y. Zhang, A. L. F. C. Ho, Y. Zhang and Q. Lin. 2017. Seasonal distribution and reproductive strategy of seahorses. ICES Journal of Marine Science, 74: 2170–2179.
Randazzo, B., L. Rolla, C. Ofelio, M. Planas, G. Gioacchini, A. Vargas, E. Giorgini e I. Olivotto. 2018. The influence of diet on the early development of two seahorse species (*H. guttulatus* and *H. reidi*): Traditional and innovative approaches. Aquaculture, 490: 75-90.
Reyes-Bonilla, H., M. D. Herrero-Pérezrul, y F. J. Fernandez Rivera-Melo. 2009. Aspectos económicos de los recursos pesqueros no tradicionales residentes en zonas arrecifales del Golfo de California. En: J. Urciaga García, L. F. Beltran Morales y D. Lluch Belda (eds.). Recursos marinos y servicios ambientales en el desarrollo regional. 245-264 pp. La Paz, México: CIBNOR-UABCS-CICIMAR.
Rodríguez-Romero, J., J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, S. Hernández-Vázquez y A. Acevedo-Cervantes. 2012. Elenco taxonómico de los peces acompañantes de la captura de camarón en la porción oriental del Golfo de California. p. 71-91. En: Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. López-Martínez, J. y E. Morales-Bojórquez (Eds.), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, 466 p.
Rosa, I. L., T. L. Dias y J. K. Baum. 2002. Threatened fishes of the world: Hippocampus reidi Ginsburg, 1933 (Syngnathidae). Environmental Biology of Fishes, 64: 738.
Rosa, I. L., T. P. R. Oliveira, A. L. C. Castro, L. E. de Souza Moraes, J. H. A. Xavier, M. C. Nottingham, T. L. P. Dias, L. V. Bruto-Costa, M. E. Araujo, A. B. Birolo, A. C. G. Mai and C. Monteiro-Neto. 2007. Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). Neotropical Ichthyology, 5(3): 405-414.
Rosa, I. L., T. P. R. Oliveira, F. M. Osorio, L. E. Moraes, A. L. C. Castro, G. M. L. Barros and R. R. N. Alves. 2011. Fisheries and trade of seahorses in Brazil: historical perspective, current trends, and future directions. Biodiversity and Conservation, 20(9): 1951-1971.
Rose, R., H. Masonjones and A. Jones. 2016. A DNA-based assessment of the phylogenetic position of a morphologically distinct, anchialine-lake-restricted seahorse. Journal of Heredity, 107(6): 553-558.
Russell, I. A. 1994. Mass mortality of marine and estuarine fish in the Swartvlei and Wilderness Lake Systems, Southern Cape. South African Journal of Aquatic Sciences, 20: 93–96.
SAGARPA. 2000. Anuario estadístico de pesca 2000. SAGARPA. 272 pp.
SAGARPA. 2007. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Publicada el 24 de julio de 2007 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 24 de abril de 2018.
SAGARPA. 2014a. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) en las costas de los estados de Campeche y Tabasco. Publicado el 31 de marzo de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
SAGARPA. 2014b. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para las especies de camarón rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*) y de Roca (*Sicyonia brevirostris*) de los Caladeros de Contoy, Quintana Roo. Publicado el 25 de marzo de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
SAGARPA. 2018. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de junio de 2018. Texto vigente.
Sánchez, A.C. 1997. Listado taxonómico de las especies marinas identificadas en los océanos Pacífico y Atlántico (Caribe) de Nicaragua. En: MEDE PESCA (ed.). Ministerio de Economía y Desarrollo, Managua, Nicaragua.
Scarratt, A. 1996. Techniques for raising lined seahorses (*Hippocampus erectus*). Aquarium Frontiers:24-29
Scott-Denton, E., P. F. Cryer, M. R. Duffy, J. P. Gocke, M. R. Harrelson, D. L. Kinsella and J. A. Williams. 2012. Characterization of the US Gulf of Mexico and South Atlantic penaeid and rock shrimp fisheries based on observer data. Marine Fisheries Review, 74(4): 1-27.
SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 6 de junio de 2018.
SEGOB. Secretaría de Gobernación. 1931. Código Penal Federal. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de agosto de 1931. Última reforma publicada el 5 de noviembre de 2018.

SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1999. Reglamento de la Ley de Pesca. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de septiembre de 1999.
SEMARNAT. 2012b. Plan de manejo tipo para peces marinos de ornato. SGPA-DGVS. 70 pp.
SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Publicado el 30 de noviembre de 2009 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 9 de mayo de 2014.
SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012a. Reglamento interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado el 26 de noviembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014.
SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018.
SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Publicada el 6 de marzo de 2002 en el Diario Oficial de la Federación.
SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2014. Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Publicado el 5 de marzo de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
SEPESCA. Secretaría de Pesca. 1992. Reglamento de la Ley de Pesca. Publicado el 21 de julio de 1992 en el Diario Oficial de la Federación.
Sheridan, P., G. McMahan, G. Conley, A. Williams and G. Thayer. 1997. Nekton use of macrophyte patches following mortality of turtlegrass, *Thalassia testudinum*, in shallow waters of Florida Bay (Florida, USA). . Bulletin of Marine Science, 61(3): 801-820.
Short, F.T., B. Polidoro, S. R. Livingston, K. E. Carpenter, S. Bandeira, J. S. Bujang, H. P. Calumpong, T. J. B. Carruthers, R. G. Coles, W. C. Dennison, P. L. A. Erftemeijer, M. D. Fortes, A. S. Freeman, T. G. Jagtap, A. H. M. Kamal, G. A. Kendrick, W. J. Kenworthy, Y. A. L. Nafie, J. M. Nasution, R. J. Orth, A. Prathep, J. C. Sanciango, B. van Tussenbroek, S. G. Vergara, M. Waycott and J. C. B. Zieman. 2011. Extinction risk assessment of the world's seagrass species. Biological Conservation 144(7): 1961–1971.
Sogard, S. M., G. V. M. Powell and G. Holmquist. 1989. Spatial distribution and trends in abundance of fishes residing in seagrass meadows on Florida Bay mudbanks. Bulletin of Marine Science, 44(1): 179-199.
Souza-Santos, L., C. Regis, R. Mélo and R. Cavalli. 2013. Prey selection of juvenile seahorse *Hippocampus reidi*. Aquaculture, 404:35-40.
Strawn, K. 1953. A study of the dwarf seahorse, *Hippocampus regulus* Ginsburg at Cedar Key, Florida. MSc thesis, University of Florida, U.S.A.
Strawn, K. 1954. Keeping and breeding the dwarf seahorse. Aquarium Journal October, 215–228.
Strawn, K. 1958. Life history of the pigmy seahorse, *Hippocampus zosterae* Jordan and Gilbert, at Cedar Key, Florida. Copeia 1958, 16–22.
Teixeira, R. L. and J. A. Musick. 2001. Reproduction and food habits of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* (Teleostei: Syngnathidae) of Chesapeake Bay, Virginia. Review Brazilian Biology, 61: 79–90.
Thayer, G. W., A. B. Powell and D. E. Hoss. 1999. Composition of larval, juvenile, and small adult fishes relative to changes in environmental conditions in Florida Bay. Estuaries, 22(2B): 518-533.
Tipton, K. 1987. The feeding ecology of two syngnathids in a Tampa Bay, Florida seagrass bed: with special reference to harpacticoid copepods. M. S. thesis, Univ. of South Florida. Tampa
Tipton, K. and S. S. Bell. 1988. Foraging patterns of two syngnathid fishes: importance of harpacticoid copepods. Marine Ecology Progress Series, 47: 31–43.
Trommelen, M. A. 2001. The density and distribution of seahorses in the surrounding waters of Bonaire, N.A., Kralendijk. www.aqualliance.nl/aqua.
Valladeres, S., D. X. Soto and M. Planas. 2016. Dietary composition of endangered seahorses determined by stable isotope analysis. Marine and Freshwater Research Early Online: 9 pp.
Vari, R. P. 1982. Fishes of the Western North Atlantic, Part 8. Order Gasterosteiformes, Suborder Syngnathoidea. Syngnathidae (Doryrhamphinae, Syngnathinae, Hippocampinae). New Haven, U.S.A.: Sears Foundation for Marine Research, Yale University.
Vincent, A. C. J. 1990. Reproductive Ecology of Seahorses. PhD Thesis, Cambridge University, U.K.

Vincent, A. C. J. 1996. The international trade in seahorses. TRAFFIC International, Cambridge, UK.
Vincent, A. C. J., B. G. Giles, C. A. Czembor and S. J. Foster (eds). 2011a. Trade in seahorses and other syngnathids in countries outside Asia (1998-2001). Fisheries Centre Research Reports 19(1). Fisheries Centre, University of British Columbia [ISSN 1198-6727]
Vincent, A. C. J., S. J. Foster and H. J. Koldewey. 2011b. Conservation and management of seahorses and other Syngnathidae. Journal of Fish Biology, 78:1681-1724.
Vincent, A. C. J., Y. J. Sadoby de Mitcheson, S. L. Fowler and S. Lieberman. 2013. The role of CITES in the conservation of marine fishes subject to international trade. Fish and fisheries. John Wiley & Sons. 1-30pp.
Vite-García N., S. López-Jiménez y L. Rangel-López. 2017. Avances en el cultivo de *Hippocampus* spp. (Teleostei: Syngnathidae): investigaciones en el siglo XXI. Latin American Journal of Aquatic Research, 45(1):1-17.
Vite-García, N., N. Simoes, O. Arjona, M. Mascaro and E. Palacios. 2014. Growth and survival of *Hippocampus erectus* (Perry, 1810) juveniles fed on *Artemia* with different HUFA levels. Latin American Journal of Aquatic Research, 42(1):150-159.
Wakida Kusunoki, A. T. 2005. Análisis de la captura incidental en la pesquería ribereña del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en las costas de Campeche, México. Proceedings. 56th Gulf and Caribbean Fisheries Institute Meeting.
Wakida-Kusunoki, A. T., I .Becerra-de la Rosa, A. González-Cruz y L. E. Amador-del Ángel. 2013. Distribución y abundancia de la fauna acompañante del camarón en la costa de Tamaulipas, México (veda del 2005). Universidad y Ciencia, 29(1): 75-86.
Waycott, M., C. M. Duarte, T. J. B. Carruthers, R. J. Orth, W. C. Dennison, S. Olyamik, A. Calladine, J. W. Fourqurean, K. L. Heck A. R. Hughes, G. A. Kendrick, W. J. Kenworthy, F. T. Short and S. L. Williams. 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(30): 12377-12381.
Weiner, T. 2002. In Mexico, greed kills fish by the seafull, The New York Times. 10 April 2002. USA.
Wood, E. M. 2001. Collection of coral reef fish for aquaria: global trade, conservation issues and management strategies. Marine Cons. Soc., U. K. 80 pp.
Woods, C. M. C. 2002. Natural diet of the seahorse *Hippocampus abdominalis*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 36(4): 655–660.
Woods, C. M. C., 2003. Factors affecting successful culture of the seahorse, *Hippocampus abdominalis*, Leeson, 1827. In: Cato, J. y C. Brown (Eds.), Marine Ornamental Species. Blackwell Publishing, pp. 277–288.
Yáñez-Arancibia, A. 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del Sur del Golfo de México. 1. Caracterización ambiental, ecología y evolución de las especies, poblaciones y comunidades. Publicaciones Especiales Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, 9: 1- 229.
Yip, M. Y., A. C. O. Lim, V. C. Chong, J. M. Lawson and S. J. Foster. 2014. Food and feeding habits of the seahorses *Hippocampus spinosissimus* and *Hippocampus trimaculatus* (Malaysia). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 95(5): 1033-1040.
Zhang, D., F. Yin and J. Lin. 2011. Criteria for assessing juvenile quality of the lined seahorse, *Hippocampus erectus*. Aquaculture, 322-323:255-258.
Zhang, D., Y. Zhang, J. Lin and Q. Lin. 2010. Growth and survival of juvenile lined seahorse, *Hippocampus erectus* (Perry), at different stocking densities. Aquaculture Research, 42: 9-13.
Zhang, X. and A. C. J. Vincent. 2018. Predicting distributions, habitat preferences and associated conservation implications for a genus of rare fishes, seahorses (*Hippocampus* spp.). Diversity and Distributions, 24: 1005-1017.

Anexo

Retos y propuestas de acción para la conservación y uso sustentable de caballitos de mar en México

Durante el desarrollo de este proyecto se identificaron cinco retos principales en materia de caballitos de mar en México y se propusieron 12 acciones para enfrentarlos:

Reto 1. Generar información sobre las poblaciones silvestres, estado del hábitat y pesquerías para la toma de decisiones sobre el uso sustentable y conservación de las especies

- **Acción 1.a.** Afinar modelos de distribución potencial disponibles para las especies mexicanas y estimar el área de distribución de los caballitos de mar bajo protección (ANP), las áreas/temporadas de pesca/no pesca fuera de ANP y las zonas con posible perturbación del hábitat
- **Acción 1.b.** Definir sitios prioritarios, involucrar actores para el monitoreo poblacional, del hábitat y de pesquerías e iniciar muestreos que empleen los métodos/formatos estandarizados y la plataforma de compilación/análisis disponibles para caballitos de mar
- **Acción 1.c.** Desarrollar modelos/algoritmos que permitan estimar tasas de extracción sustentable (NDF) para las poblaciones de caballitos de mar mexicanas considerando las estimaciones poblacionales derivadas del monitoreo y los volúmenes de los diferentes tipos de pesca que se documenten

Reto 2. Manejo de la información sobre el aprovechamiento/comercio y trazabilidad

- **Acción 2.a.** Desarrollar una base de datos conjunta sobre aprovechamiento y comercio
- **Acción 2.b.** Realizar análisis periódicos para identificar inconsistencias en los datos de comercio internacional

Reto 3. Documentación y regulación de la pesca incidental y descartes

- **Acción 3.a.** Proporcionar elementos para la zonificación del área de distribución de los caballitos de mar y su funcionamiento en conjunto con los actores clave

Reto 4. Fortalecer la producción y comercio de caballitos de mar criados en cautiverio y su contribución a la conservación de las poblaciones silvestres

- **Acción 4.a.** Establecer nuevas UMA intensivas de caballitos de mar y apoyar la consolidación de las existentes promoviendo su contribución a la conservación de las poblaciones silvestres
- **Acción 4.b.** Desarrollar/adaptar manuales para la producción en cautiverio de caballitos de mar y elaborar guías para los consumidores
- **Acción 4.c.** Organizar foros o talleres para promover la colaboración e intercambio de experiencias entre actores vinculados con los caballitos de mar

Reto 5. Aplicación de la ley y combate al comercio ilegal

Acción 5.a. Mejorar la trazabilidad de los ejemplares vivos con un mayor control en los criaderos, la documentación de legal procedencia y los medios de transporte/distribución

Acción 5.b. Fortalecer la vigilancia de la pesca incidental y del comercio de los especímenes derivados

Acción 5.c. Concientizar a la sociedad sobre la importancia de los caballitos de mar, la conservación de sus poblaciones y hábitat y el combate a su comercio ilegal