UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS

ESTUDIO PESQUERO Y CONOCIMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL CABALLITO DE MAR (*Hippocampus ingens*) EN EL ESTADO DE SINALOA

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS

QUÍMICO BIOLÓGICAS

Presenta

Jesús Alejandro Nájera Medellín

Cd. Juárez, Chih., México **Julio de 2022**

APROBACIÓN DE LA TESIS

Estudio pesquero y conocimiento ecológico local del caballito de mar (*Hippocampus ingens*) en el estado de Sinaloa, reporte de investigación preparado por Jesús Alejandro Nájera Medellín como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS

ha sido aprobado y aceptado por:

Dra. Miroslava Quiñónez Martínez
DIRECTORA DE TESIS

Dr. Jesús Manuel Díaz Gaxiola
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Dídac Santos Fita
ASESOR

Dr. Emilio Alvarez Parrilla
ASESOR

Dra. Alba Yadira Corral Avitia
ASESORA

DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

ESTUDIO PESQUERO Y CONOCIMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL CABALLITO DE MAR (*Hippocampus ingens*) EN EL ESTADO DE SINALOA

Se permite el uso académico de información contenida en esta tesis, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor. Para la reproducción parcial o total de este documento con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita de las autoridades que avalan esta tesis.

Dra. Miroslava Quiñónez Martínez
COORDINADORA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS

Dr. José Alberto López Díaz
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS

C.D. Salvador David Nava Martínez
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS

DEDICATORIA

Dedicado a:

Mi hogar, amor y seguridad… *Tere Nájera y Sarahi Bedell*

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco al departamento en Ciencias Químico Biológicas y la Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez (UACJ), así como al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por los apoyos otorgados para realizar el presente proyecto.

Agradezco infinitamente a la Dra. Miroslava Quiñonez por todo el apoyo brindado en mi formación académica, alentar mi compromiso en la investigación y conservación en caballitos de mar y por creer incondicionalmente en el desarrollo de este proyecto. Además de todo su apoyo personal, paciencia y cariño a lo largo de todos estos años, gracias por hacerme parte de su vida.

Al Dr. Jesús Díaz por su asesoramiento y formación dentro de la biología pesquera, así como por su apoyo en el trabajo de campo y atenciones en Topolobampo y Mazatlán.

Al Dr. Dídac Santos y al Dr. Nemer Narchi por su asesoramiento constante e incondicional, así como su compromiso en mi formación en las etnociencias. A pesar de la distancia siempre pude contar con ambos.

Agradezco al Dr. Emilio Alvarez, la Dra. Alba Corral y al Dr. Felipe Ruan Soto por sus clases, apoyo, consejos y constante retroalimentación para mejorar mis habilidades como investigador.

También del departamento en Ciencias Químico Biológicas a la Dra. Laura de la Rosa Carrillo, Dr. Juan Pedro Flores y al Dr. Pablo Lavín. Gracias por contribuir en mi formación académica, así como directa o indirectamente en la realización de mi tesis de maestría.

Agradezco a los pescadores y residentes en Topolobampo y Mazatlán por brindarme su conocimiento y recibirme en sus comunidades con los brazos abiertos. Este trabajo es por y para ustedes. Un agradecimiento especial a la Biól. Carmen Gutiérrez y su esposo por su apadrinamiento en el puerto de

Topolobampo, su apoyo fue trascendental para trabajar en las comunitarias de pescadores.

Agradezco a mis amigos Ilse Robles, Daniela Villa, Gissell Cortez, Rocío Zúñiga y Neida Martínez, por hacer amena esta estancia en el posgrado, por las risas y momentos vividos.

Agradezco a Roberto G. Villalobos por ayudarme en todo lo posible, brindarme palabras de aliento y por hacer lo posible por recuperar la confianza en momentos de estrés.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia, en especial a Teresa Nájera, Sarahi Bedell, Jesús Nájera, Luz Gema Nájera y Margarita Nájera por ser un ejemplo de trabajo y perseverancia, por su amor, apoyo y por creer en mí, no lo puede haber logrado sin ustedes.

¡Muchas gracias!

RESUMEN

“ESTUDIO PESQUERO Y CONOCIMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL CABALLITO DE MAR (*Hippocampus ingens*) EN EL ESTADO DE SINALOA”

Elaborado por:

Jesús Alejandro Nájera Medellín

El caballito de mar del Pacífico (*Hippocampus ingens*) es un pez teleósteo nativo de las costas del Océano Pacífico. Desde una perspectiva conservacionista, son peces amenazados, y en un aspecto socioeconómico, representan una fuente de ingresos para muchas comunidades pesqueras. Una integración entre estos dos puntos de vista requiere, entre otras cosas, el reconocimiento de que los pescadores tienen conocimientos y habilidades que pueden ayudar a implementar estrategias de conservación y planes de manejo para los caballitos de mar y sus hábitats. La presente investigación documenta el conocimiento de los pescadores sinaloenses sobre la pesca, biología y ecología del caballito de mar del Pacífico (*H*. *ingens*), con el objetivo de diagnosticar el estado de la pesquería, uso y comercialización actual de las poblaciones en vida libre de este pez. Los datos fueron obtenidos a través de observación participativa y entrevistas semiestructuradas realizadas en los principales puertos del estado de Sinaloa (Mazatlán y Topolobampo). Se consideraron los siguientes aspectos para la obtención de la información: 1) Esfuerzo pesquero; 2) Captura y comercialización; 3) Condiciones percibidas a lo largo del tiempo, y 4) Conocimiento ecológico de los caballitos de mar. Se obtuvieron 112 entrevistas semiestructuradas en los puertos y comercios de las zonas de estudio durante los meses de julio y agosto de 2021.

La mayoría de los pescadores capturan caballitos de mar de manera incidental, aunque tres de ellos los capturaban y obtenían la mayor parte de sus ingresos de su venta, del mismo modo se identificó la presencia de mercados clandestinos para

la comercialización de hipocampos y otras especies marinas en ambas zonas de estudio. Se encontró que la especie es capturada mediante seis artes de pesca distintos (incluyendo redes de arrastre y equipo de buceo libre) con un esfuerzo pesquero que va de los 5 a los 26 días de pesca. Se determinó una Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) promedio en un rango de 0.07 a 1.24 caballitos de mar por embarcación por día. Se comercializan principalmente caballitos de mar secos, en tamaños que varían de los 10 a los 16 cm, los cuales se venden a compradores que buscan la especie. El precio reportado varía en rango de 5 a 15 pesos mexicanos (MXN) para organismos secos y de 600 a 800 pesos en organismos vivos. Los pescadores perciben un decremento en las capturas y longitud de la especie, así como un aumento en los precios. Por último, la población entrevistada conocía de aspectos biológicos y ecológicos del caballito de mar. Se reporta un incremento en el uso medicinal, y como primer registro su uso en ámbito religioso y mágico.

La información analizada indica que las poblaciones de caballitos de mar en Sinaloa son explotadas y tienen un valor económico y cultural. El estudio demuestra que el reconocimiento en los saberes y prácticas de los pobladores permitió obtener información relacionada con la pesca, uso y percepciones de los caballitos de mar, por ello, se recomienda la integración de este conocimiento para futuros planes de manejo, explotación y conservación de caballitos de mar.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS ..... **X**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XI**

ABREVIATURAS ..... **XIV**

INTRODUCCIÓN **1**

ANTECEDENTES **3**

El género *Hippocampus* 3
Clasificación taxonómica del género *Hippocampus* 5
Descripción de *Hippocampus ingens* 5
Distribución y densidad poblacional de *Hippocampus ingens* 7
Ciclo de vida 8
Supervivencia 10
Conservación e importancia comercial 10
Extracción de caballitos de mar en vida libre y comercialización en México 12
Comercio de organismos secos *13*
Comercios de organismos vivos *14*
Tamaño de las exportaciones *15*
Valor comercial de los caballitos de mar *16*
Pesquería en México 17
Caracterización y escala de la pesquería artesanal 18
Territorialidad, infraestructura, instrumentos y comercialización de la pesca artesanal 20
Etnociencias 23
Etnozoología *24*
Etnoictiología *27*
Conocimiento ecológico local en la pesca 28
Conocimiento de los pescadores sobre aspectos biológicos-pesqueros del género *Hippocampus* 29

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN **31**

OBJETIVO GENERAL **31**

Objetivos específicos 31

MATERIAL Y MÉTODOS **32**

Zona de estudio 32
Descripción de la zona de estudio *32*
Obtención de datos 38

ESTANDARIZACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS 42
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS 46

RESULTADOS Y DISCUSIÓN **50**

PERFIL SOCIOECONÓMICO 50
PRINCIPALES ESPECIES CAPTURADAS 51
CARACTERIZACIÓN DE LAS ARTES DE PESCA Y EMBARCACIONES 56
Artes de pesca reportados por zona de estudio *62*
ESTANDARIZACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO 64
ESTANDARIZACIÓN DE LA CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE) 66
PREFERENCIA DE CAPTURA DE CABALLITOS DE MAR 69
PERCEPCIÓN ACTUAL DE LA CAPTURA DE CABALLITOS DE MAR POR PESCADORES DE SINALOA 75
TALLAS DE CABALLITOS DE MAR REPORTADOS POR LOS PESCADORES 76
TENDENCIAS EN LOS PRECIOS ACTUALES DE CABALLITOS DE MAR 80
Percepción en los precios actuales de caballitos de mar *85*
PERCEPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE *HIPPOCAMPUS INGENS* 88
Percepción en las poblaciones actuales *88*
Percepción de las amenazas actuales a las poblaciones de vida libre *90*
CLASIFICACIÓN Y CONOCIMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DE *HIPPOCAMPUS INGENS* 95
Etnoclasificación *99*
Hábitat *101*
Estructura social *104*
Diferenciación sexual *104*
Apareamiento y comportamiento sexual *107*
Comportamiento alimenticio y dieta *109*
Depredación y capacidad de adaptación *110*
USO DE CABALLITOS DE MAR SECOS 114
Uso medicinal *116*
Uso mágico *118*
Uso religioso *120*

CONCLUSIONES **128**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **131**

ANEXO 1. DICTAMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN POR PARTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN (CEI) **156**

ANEXO 2. GUION DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA **157**

ANEXO 3. FORMATO DE CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO **160**

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I. Variables para analizar estadísticamente. 47

Cuadro II. Perfil socioeconómico de los participantes en el estado de Sinaloa. . 50

Cuadro III. Frecuencia de respuesta en recursos pesqueros más importantes para los puertos de Sinaloa. 52

Cuadro IV. Caracterización de las principales artes de pesca y embarcaciones empleados en los principales puertos de Sinaloa. 58

Cuadro V. Esfuerzo pesquero de las artes de pesca reportadas en Mazatlán y Topolobampo. 65

Cuadro VI. Captura por unidad de esfuerzo promedio para caballitos de mar en Sinaloa. 67

Cuadro VII. Desembarcos mensuales y anuales de caballitos de mar estimados a nivel estatal en Sinaloa. Fuente: Secretaría de Pesca y Acuacultura del Estado de Sinaloa, 2017. 68

Cuadro VIII. Precios reportados por pescadores y vendedores intermediarios para caballitos de mar comercializados en estado seco y vivos en el estado de Sinaloa. 82

Cuadro IX. Resumen de la información prevista por pescadores y locales de las comunidades entrevistadas en Sinaloa. 96

Cuadro X. Respuestas consensuales de los informantes acerca de la ecología del caballito de mar. 113

Cuadro XI. Cuadro de comparación cognitiva referente a usos medicinales, en artesanía, mágicos y religiosos del caballito de mar en Sinaloa. 122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología externa de un caballito de mar..... 4

Figura 2. Morfología externa de *Hippocampus ingens.* 7

Figura 3. Distribución de *Hippocampus ingens*..... 7

Figura 4. Mapa de locación del estudio en Sinaloa 32

Figura 5. A) Campo pesquero “Playa Norte” en Mazatlán. B) Campo pesquero “Isla de la Piedra” en Mazatlán. C) Pescador colectando peces en arrecife rocoso frente al malecón de Mazatlán. D) Buques camaroneros en el puerto de Mazatlán. 35

Figura 6. A) Muelle de buques camaroneros en Topolobampo. B) Pescadores realizando sus actividades en la bahía de Topolobampo. C) Pescador mayo en el campo pesquero Lázaro Cárdenas. 38

Figura 7. Entrevistas a participantes en Topolobampo. A) Entrevista con pescadores artesanales de la comunitaria “San Carlos”. B) Entrevista con pescador de buque camaronero.. 41

Figura 8. Observación participante en zonas de estudio. A) Participación en actividades de pesca en Topolobampo. B) Participación en descargue de pesca en “Playa Norte”, Mazatlán.. 42

Figura 9. Actividades económicas relacionadas con el recurso del camarón. A) Venta de camarón en mercado sabatino de Topolobampo. B) Pesca de camarón en Mazatlán..... 53

Figura 10. Principales especies de escama capturadas en Mazatlán. A) sierra. B) cochito. C) botete. D) pajarito..... 54

Figura 11. Principales especies marinas pescadas en Topolobampo después del camarón. A) Jaiba. B) Cochito. C) Pargo o huachinango. D) Sierra.. 55

Figura 12. Artes de pesca que implementaban redes. A) Red de chinchorro. B) y C) Red de arrastre en buque camaronero. D) Aros trampa para jaiba. E) Pescadores empleando suripera. F) Pescador empleando atarraya.. 57

Figura 13. Frecuencia de respuesta para las artes de pesca reportados en Mazatlán (n= 30) y Topolobampo (n= 77)..... 63

Figura 14. Muestra de caballitos de mar vivos capturados de manera directa. A) Ejemplar mostrado por pescador en Topolobampo. B) Caballito de mar capturado en Mazatlán.. 66

Figura 15. Frecuencia en respuestas para la percepción de preferencia en caballitos de mar por entrevistados del estado de Sinaloa. Topolobampo n= 74; Mazatlán n= 29. 70

Figura 16. Comparación en estructuras tegumentarias de los caballitos de mar. A la izquierda se observa poco desarrollo en las espinas tegumentarias, mientras que a la derecha se aprecia un ejemplar con espinas tegumentarias prominentes. 71

Figura 17. Caballitos de mar mostrados por un comprador en el mercado Pino Suarez de Mazatlán, se puede observar las distintas coloraciones, desde oscuras hasta más claras. 71

Figura 18. Frecuencia en respuesta del destino de los caballitos de mar capturados y/o retenidos por los participantes en Sinaloa. Topolobampo n= 81; Mazatlán n= 30. 73

Figura 19. Destinos de los caballitos de mar mencionados por los entrevistados en el estado de Sinaloa. A) Caballitos de mar secos en costales de rafia para almacenamiento y transporte. B) Caballito de mar como artesanía (llavero). C) Caballitos de mar recolectados para venta en acuarios.. 74

Figura 20. Frecuencia de respuesta para la percepción actual de la captura de caballitos de mar en el estado de Sinaloa. Topolobampo (n=74); Mazatlán (n= 30). 76

Figura 21. Tallas estimadas de caballitos de mar capturados por pescadores en Sinaloa por artes de pesca. A) Tallas estimada en Mazatlán: Enmalle (n= 9), Atarraya (n= 8), Redes de arrastre (n= 13), Snorkel (n= 2). B) Tallas estimadas en Topolobampo: Enmalle (n= 39), Atarraya (n= 8), Suripera (n= 13), Aros (n= 28), Redes de arrastre (n= 19), Snorkel (n= 4). 77

Figura 22. Ejemplos de tallas de caballitos de mar. 78

Figura 23. Frecuencia de respuestas en percepción de los pescadores acerca de las tallas de caballitos de mar capturados y/o retenidos. Topolobampo (n= 74); Mazatlán (n= 30). 80

Figura 24. Modalidades de comercialización de caballitos de mar secos. A) Caballitos de mar con laca para hacerlos pasar como falsos. B) Caballitos de mar almacenados en bolsas de rafia dentro del mercado Pino Suárez en

Mazatlán, Sinaloa. C) Comercialización de otras especies marinas junto con caballitos de mar.. 83

Figura 25. Caballitos de mar vivos destinados al comercio de acuariofilia. A) Ejemplar juvenil capturado frente a las costas de Mazatlán. B) Caballito de mar en tienda de mascotas en Los Mochis, Sinaloa. C) Caballito de mar en tienda de mascotas en Mazatlán, Sinaloa.. 84

Figura 26. Frecuencia de respuesta en cuanto a la percepción de los pescadores referente a la percepción en los precios actuales de la comercialización de caballitos de mar en el estado de Sinaloa. Topolobampo n=64; Mazatlán n=26..... 86

Figura 27. Frecuencia de respuesta de entrevistados referente a la percepción del estado de las poblaciones actuales de los caballitos de mar en el estado de Sinaloa. Topolobampo (n= 102); Mazatlán (n= 27). 88

Figura 28. Tendencias en la percepción poblacional de caballitos de mar según la edad de los entrevistados en Sinaloa. A) Tendencias en Mazatlán (n= 30). B) Tendencias en Topolobampo (n= 76).. 90

Figura 29. Frecuencias en las percepciones de los entrevistados en Sinaloa referente a las amenazas a las poblaciones de vida libre de caballitos de mar. A) Frecuencia en Mazatlán, Sinaloa (n= 27). B) Frecuencias en Topolobampo, Sinaloa (n= 64)..... 92

Figura 30. Variaciones en la coloración de *Hippocampus ingens*.. 101

Figura 31. Caballito de mar observado en solitario y llevado a la playa por participante en la región de Topolobampo, Sinaloa.. 104

Figura 32. Participante mostrando macho de *Hippocampus ingens*. La flecha indica la presencia del saco incubador característico..... 105

Figura 33. Frecuencia en respuesta de los principales usos reportados por los participantes en el estado de Sinaloa hacia *Hippocampus ingens*. 116

Figura 34. Frecuencia absoluta de respuestas referente a usos medicinales de *Hippocampus ingens* mencionados por los entrevistados en Sinaloa. ... 117

Figura 35. Muestra de amuleto para guía espiritual elaborado a partir de un ejemplar seco de *Hippocampus ingens* como parte de un ritual esotérico. Locación: Mazatlán, Sinaloa.. 120

ABREVIATURAS

ANOVA	Análisis de Varianza
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CONAPESCA	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca
CPUE	Captura por Unidad de Esfuerzo
DIGAOHM	Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología
FEDEPESCA	Federación Nacional de Asociaciones Provinciales de Empresarios Detallistas de Pescados y Productos Congelados
INAPESCA	Instituto Nacional de Pesca
NOM	Norma Oficial Mexicana
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

INTRODUCCIÓN

La explotación del caballito de mar (*Hippocampus ingens*) representa un negocio internacional de millones de dólares; donde anualmente se exportan tan solo a países asiáticos aproximadamente 20 millones de ejemplares (Vincent *et al*., 2011). Las poblaciones en vida libre de dicho animal se ven afectadas por una pesca dirigida e incidental para satisfacer parte de este mercado, aunado a su baja densidad poblacional, poca movilidad, alta fidelidad al sitio y la preferencia por hábitats marinos con gran susceptibilidad a la degradación (Lourie, 2016).

A pesar de que existe legislación que regula su explotación en México (CITES, 2020; SEMARNAT, 2010), la demanda de caballitos de mar sigue en aumento y los volúmenes de captura son cada vez menores. Por ahora se debe garantizar que su comercio no dañe a las poblaciones en vida libre y que los especímenes se adquieran legalmente. Sin embargo, no se cuenta con datos biológicos y comerciales sobre esta especie marina, ni la capacidad para implementar las regulaciones de la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), ya que ninguna de las capturas está siendo monitoreada o regulada de algún modo para evaluar la sostenibilidad; grandes cantidades de caballitos de mar se exportan ilegalmente sin los permisos de la CITES o se exportan con permisos que SEMARNAT no reportó a la CITES.

El trabajo etnobiológico puede llenar los vacíos dentro de la comprensión científica en estos sistemas pesqueros, debido a la conexión y dependencia de los ecosistemas marinos por parte de las comunidades humanas locales, así como el entendimiento de los recursos naturales de los que hacen uso. Por lo tanto, el conocimiento producido y transmitido por los pescadores locales es potencialmente útil para el desarrollo y la implementación de la ordenación pesquera eficaz y colaborativa (O ’Donnell *et al*., 2012).

Es importante recalcar que estos estudios no están exentos de sesgo e inexactitud de los datos, derivado de la narrativa y omisión en la información por parte de los

pescadores. Sin embargo, el saber de los pescadores ha proporcionado una estimación más a detalle de algunos parámetros de pesca de los caballitos de mar, en particular del esfuerzo de captura y del tamaño de los ejemplares extraídos (Stocks *et al*., 2019; Stocks *et al*., 2017; Ut y Tam, 2012), así como de los usos por parte de los compradores (Ternes *et al*., 2016; Rosa *et al*., 2010). Para la especie *H. ingens* no se reportan estudios pesqueros o de estatus poblacional en el pacífico mexicano, sin embargo, los pescadores locales pueden representar una fuente de información para generar una primera aproximación en la pesca, gestión y conservación de *H. ingens* en aguas del Pacífico mexicano, así como para la obtención de algunos parámetros ecológicos de importancia (p. ej., densidad, ecología trófica, reproducción, entre otros). El objetivo general del presente estudio fue diagnosticar el estado de pesca y comercialización de las poblaciones de vida libre del caballito de mar (*H. ingens*) en Sinaloa, México, a través del conocimiento ecológico local de los pescadores.

ANTECEDENTES

La sección de antecedentes se ha realizado para contemplar tres temáticas que fundamenten el desarrollo de la investigación: 1) Estudios de la biología y ecología del caballito de mar (*Hippocampus*, *H*. *ingens*); 2) Pesquerías en México, infraestructura de la pesquería y comercialización de productos pesqueros, incluyendo a *H*. *ingens*, y 3) Etnociencias, etnozoología, etnoictiología y el uso del saber y saber-hacer de las comunidades locales para el manejo de recursos pesqueros y conocimiento biológico-ecológico.

El género *Hippocampus*

Los caballitos de mar constituyen un grupo de peces óseos distribuidos en los mares de regiones cálidas y templadas del mundo. Todos ellos están catalogados dentro del género *Hippocampus* (Rafinesque, 1810). Presentan características morfológicas y ecológicas muy peculiares; su constitución corporal y su llamativa estrategia reproductiva son los aspectos más distintivos de todo el género, ya que es el macho el encargado de recibir, fertilizar e incubar los huevecillos hasta su eclosión (Lourie, 2016). A continuación, se describen las principales características morfológicas del género, así como altura y peso, diferencias ontogénicas y modificaciones corporales.

Tienen cabezas posicionadas en ángulo recto con su cuerpo, troncos curvados y una cola sin aletas. Su piel está cubierta por una serie de placas óseas a modo de anillos alrededor del tronco y la cola. Algunas especies también tienen protuberancias óseas o filamentos de piel que sobresalen de estos anillos óseos (Lourie *et al*., 2016). Las placas están articuladas en la cola, pero están entrelazadas para formar un exoesqueleto completo en el tronco (Foster, 2016) (Figura 1).

La altura de los caballitos de mar adultos varía entre las especies y oscilan de entre menos de 2 cm (*H. denise*) hasta 8-35 cm (*H. abdominalis*) (Lourie, 2016). El peso

varía con la etapa reproductiva, aumentando considerablemente para las hembras que transportan huevos y para los machos que están preñados. Algunas especies son sexualmente dimórficas en longitud, generalmente con machos de mayor tamaño que las hembras; los machos tienden a tener colas más largas y las hembras, en cambio troncos más largos, sin embargo, la característica principal para diferenciar entre sexos es un saco incubador o *marsupium* que poseen los machos en el vientre, el cual se utiliza para incubar y proteger los huevecillos una vez fertilizados (Taylan *et al.*, 2020). Las proporciones corporales de un caballito de mar cambian durante toda su vida (Lourie *et al*., 2016).

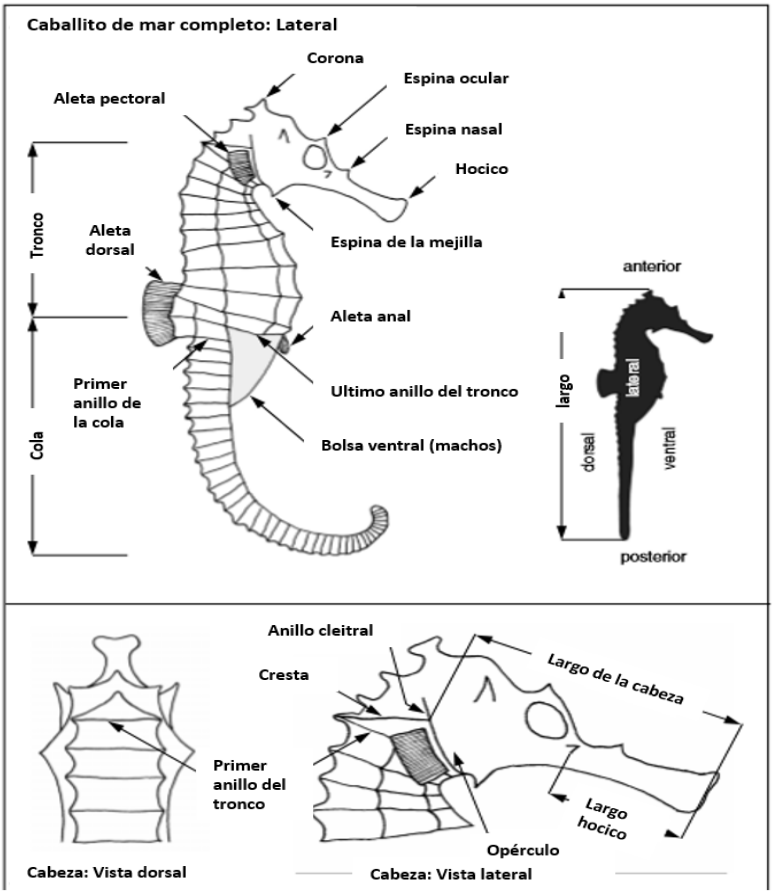

Figura 1. Morfología externa de un caballito de mar. Fuente: Modificado de Lourie *et al.* (2004).

En comparación con los adultos de la misma especie, los juveniles tienen cabezas más grandes en relación con sus cuerpos, su forma es más delgada, estilizada y con mayor proporción de espinas, además de presentar coronetas relativamente más largas (Lourie *et al.*, 2016). Estas diferencias deben ser consideradas al identificar especímenes juveniles. Sin embargo, se cree que el número de radios en las aletas y anillos en la cola es constante durante toda su vida y, por lo tanto, pueden ser los caracteres más confiables para identificar especímenes juveniles (Lourie, 2016; Lourie *et al.*, 2004).

Finalmente, los hipocampos pueden cambiar de color, esto es, modificar filamentos tegumentarios para mimetizarse con su entorno. Los cambios de color a corto plazo también pueden ocurrir durante el cortejo y en otras interacciones dentro de la especie (Duarte *et al.*, 2019).

Clasificación taxonómica del género *Hippocampus*

Los caballitos de mar pertenecen al orden Syngnathiformes y a la familia Syngnathide (signátidos), ambos caracterizados por incluir a aquellos peces que presentan las mandíbulas fusionadas y modificadas en un hocico tubular. En esta familia se incluye el género *Hippocampus* spp. (caballitos de mar), con 41 especies validadas, cuya distinción particular es su cabeza posicionada perpendicularmente con su cuerpo (Lourie *et al*., 2016).

Descripción de *Hippocampus ingens*

Al igual que otras especies de caballitos de mar, *Hippocampus ingens* presenta una morfología distintiva. Su cabeza se posiciona perpendicularmente con respecto a su tronco, además de que en lugar de escamas presentan una serie de placas óseas que recubren su cuerpo y carecen de una aleta caudal, la cual es reemplazada por una cola prensil (Becerril-García *et al.*, 2018). Algunas de las características determinantes para *H. ingens* son: radios de la aleta dorsal 18-21;

radios de la aleta pectoral 15-17; anillos de cola 38-40; la corona es media-alta, inclinada hacia atrás con cinco puntos bien definidos, presenta bordes afilados o pestañas en la parte superior; las espinas son variables, desde protuberancias bajas y redondeadas hasta espinas de punta roma bien desarrolladas; presenta una única espina prominente, larga (caída), y redondeada en la mejilla (Becerril-García *et al.*, 2018; Lourie, 2016). La coloración oscila entre rojo-marrón (varios tonos de marrón), gris, amarillo y dorado; puede tener líneas blancas finas y marcas oscuras que se extienden verticalmente por el cuerpo (Lourie, 2016; Lourie *et al.*, 2004). Los machos presentan una quilla conspicua y las hembras sexualmente maduras a menudo tienen un parche oscuro debajo de la aleta anal (Lourie, 2016). Se considera que el hipocampo del pacífico es un caballito de mar de tamaño grande, con una estimación de longitud total que oscila entre 5.4-31 cm (Kuiter, 2001; Miller y Lea, 1972) (Figura 2). Esto lo hace una especie comercialmente viable y atractiva para el mercado de la acuariofilia, alimenticio y de medicina tradicional; se ha reportado que especies de tamaño pequeño (p. ej., *H*. *mohnikei*) tienen poco valor e interés en el mercado, tomando en consideración también la perdida en biomasa al deshidratarlos (Louw y Bűrgener, 2020).

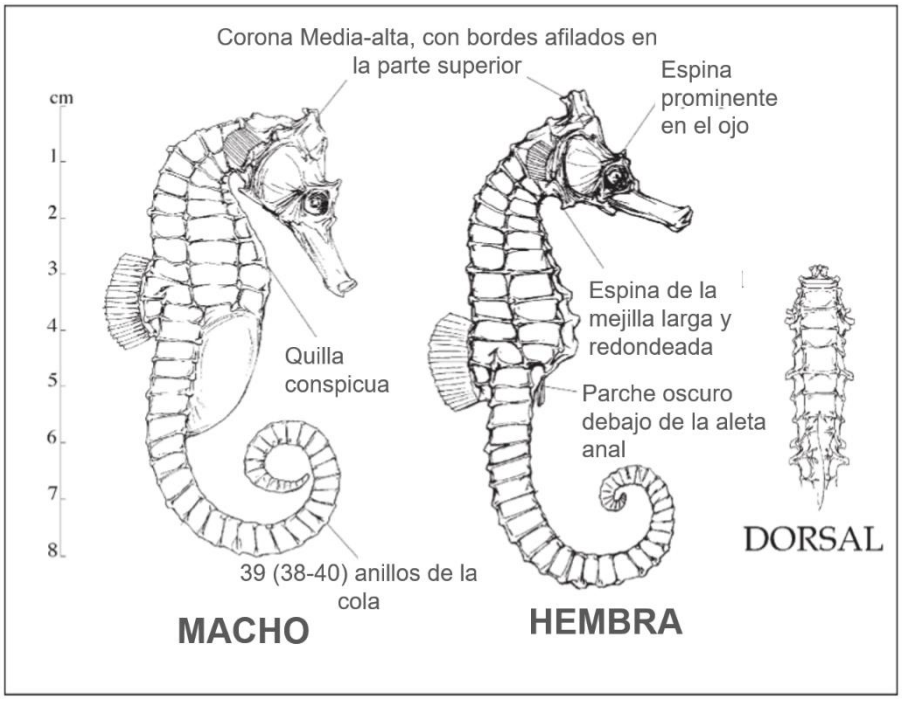

Figura 2. Morfología externa de *Hippocampus ingens.* Fuente: Modificado de Lourie *et al*. (2004).

Distribución y densidad poblacional de *Hippocampus ingens*

Hippocampus ingens es conocido como caballito de mar “del pacífico”, el cual se distribuye en aguas costeras del Océano Pacífico en el continente americano, desde California en Estados Unidos de América, hasta Perú (Figura 3).

Figura 3. Distribución de *Hippocampus ingens*. Fuente: IUCN (2011).

Por lo general, pueden encontrarse entre los fondos arenosos o fangosos con una profundidad no mayor a los 6 m (Lourie, 2016). También se ha reportado entre comunidades de corales, bosques de macroalgas, pastos marinos y raíces de mangles (Lourie, 2016; Becerril-García *et al.*, 2018; González-Acosta *et al.*, 2018). Los juveniles de algunas especies son planctónicos y entran en la columna de agua inmediatamente después del nacimiento. Se desconoce el alcance de la dispersión juvenil por medios pasivos, pero puede proporcionar cierto flujo de genes entre las poblaciones (Lourie *et al.*, 2004).

Las densidades del caballito de mar tienden a ser bajas y su distribución es irregular (Lourie *et al.*, 2016). Las densidades reportadas de caballitos de mar podrían ser similares en las poblaciones pescadas y no pescadas, pero las bajas densidades en al menos algunas poblaciones probablemente se derivaron de la sobreexplotación (Foster y Vincent, 2004). Por ejemplo, pescadores filipinos informaron en los años 60´s que *H*. *comes* alcanzaba densidades de hasta 20 ind/m^2 en arrecifes coralinos, o 10 ind/m^2 en pastizales marinos (Pajaro y Vincent, 2015), mientras que para finales de los 90´s se encontraron solo 0.02 ind/m^2 (Perante *et al.*, 2002). Las densidades de *H. spinosissimus* fueron aproximadamente cinco veces más abundantes que *H. comes*, lo que puede representar diferencias reales en el tamaño de la población de estos congéneres separados por nicho (Morgan, 2007). Para la zona del caribe y océano Atlántico se encontraron densidades de 0.0109 a 0.06 ind/m^2 para *H. reidi* y de 0.0012 ind/m^2 para *H. erectus* (Pastor-Gutiérrez *et al.*, 2011; Rosa *et al.*, 2007). En el Pacífico mexicano solamente un estudio ha determinado que la densidad de *H. ingens* es de 0.00037 ind/m^2 (Ortíz-Aguirre, 2018).

Ciclo de vida

Ya se estableció anteriormente que los machos son encargados de incubar internamente los huevecillos hasta que estén listos para eclosionar. Los machos

liberan usualmente alrededor de 400 crías, con un máximo reportado de 2000 ejemplares en una sola gestación (Lourie *et al.*, 2004). Los caballitos de mar recién liberados del saco tienen una longitud que oscila de los 2-12 mm y morfológicamente son una versión en miniatura de sus padres. No tienen etapa larvaria y son totalmente independientes después del nacimiento ya que no reciben atención parental adicional; el pequeño tamaño de cría puede ser compensado por la supuesta mayor supervivencia de los juveniles bien desarrollados en la liberación de la bolsa (Lourie, 2016).

Los hipocampos maduran en máximo un año de vida. La madurez sexual en los machos puede reconocerse por la presencia de la bolsa de cría completamente desarrollada (Lourie y Randall, 2003). La época de reproducción difiere según la ubicación de la población, y parece estar influenciada por parámetros ambientales como la luz, la temperatura y la temporada de los monzones. La crianza generalmente ocurre una vez al año por las temperaturas templadas de su hábitat. Los ejemplares estudiados en su medio natural parecen ser monógamos, ya que, dentro de un único ciclo de reproducción, el macho acepta huevos de una sola hembra. Muchas especies también forman enlaces de par que duran al menos durante toda la temporada de cría, aunque algunos han mostrado variación en los patrones de apareamiento, cambiando de pareja entre ciclos (Encomendero *et al.*, 2016). Los enlaces de pareja en especies monógamas se refuerzan comúnmente con saludos diarios que se extienden hasta el cortejo, una vez que el macho da a luz (Planas-Oliver, 2014). El caballito de mar hembra produce los huevos y el macho el esperma, después del elaborado ritual de apareamiento, la hembra transfiere los huevecillos al saco incubador, donde son fertilizados al momento y luego el caballito de mar macho queda “preñado”, él será el responsable del cuidado de los huevecillos, y se ha sugerido que el saco cumple una función osmorregulatoria y suple al embrión del oxígeno necesario así como de algunos nutrientes, enzimas, hormonas y calcio para la formación del esqueleto. La preñez

dura alrededor de nueve a 30 días, dependiendo de la especie; la longitud aumenta conforme la latitud y la temperatura del agua disminuye (Rose *et al.*, 2019).

Supervivencia

La esperanza de vida de los caballitos de mar se estima generalmente a partir de la observación en el laboratorio, la cual oscila entre aproximadamente de uno a tres años (Encomendero *et al.,* 2016). Las tasas de mortalidad para todas las etapas del ciclo de vida son generalmente desconocidas. La depredación es probablemente mayor en juveniles, que son comidos por muchos peces e invertebrados por su modo de vida pelágico (Lourie *et al*., 2016). Se presume que los hipocampos adultos tienen pocos depredadores como resultado de un excelente camuflaje, sus espinas y placas óseas poco apetecibles (Kleiber *et al*., 2011), pero se han encontrado hipocampos en los estómagos de grandes peces pelágicos como el atún y el dorado, y son presa fácil de rayas (Wilson y Becket, 1970; Herald, 1949), pingüinos y otras aves acuáticas (Kleiber *et al*., 2011; Kuiter, 2000).

Conservación e importancia comercial

Los primeros trabajos de conservación de hipocampos se remontan a Vincent (1996), quien proporcionó una lista de los problemas actuales que aquejan a las poblaciones de caballitos de mar y además propuso una serie de acciones para su conservación, una breve descripción del comercio mundial, así como algunas recomendaciones de acciones futuras. A su vez, Kuiter (2001) realizó un inventario completo de las 24 especies de caballitos de mar presentes en Australia y aguas adyacentes, nueve de ellas con categoría de nueva especie; se proporcionó una diagnosis completa para cada especie, así como su clave de identificación respectiva. Asimismo, Lourie *et al*. (2004) realizaron una guía de identificación para

33 especies de caballitos de mar con importancia comercial, proporcionando información taxonómica, ecológica y de conservación para cada una de las especies descritas.

Aun cuando el comercio de estas especies se incrementó significativamente en los años 80´s (Foster, 2016), los registros del comercio de caballitos iniciaron en 1993. Un par de años después (1995) se estableció que el mercado de estas especies era muy grande, económicamente importante y que amenazaba a las poblaciones en vida libre. En ese mismo año se comercializaron 20 millones de hipocampos, así mismo, el número de países involucrados en este comercio se elevó de 32 a 75 (Lam *et al*., 2016). Aunque existe poca información al respecto de los cambios en cuanto a las poblaciones, existe evidencia indirecta, a menudo información registrada de un modo anecdótico, de pescadores, comerciantes y vendedores que indican que las poblaciones han decaído (Stocks *et al*., 2019). Se reporta, además, que a la par de la disminución de las capturas también ha disminuido la talla de los reproductores (Zhang *et al*., 2017).

Por su particular forma de vida, que incluye la poca movilidad en un rango bastante reducido del lugar que habitan, con una alta fidelidad de sitio, así como su distribución dispersa y elevada lealtad a su pareja, hacen que estas especies sean particularmente vulnerables a la disminución en sus poblaciones (Lourie *et al*., 2016). Lo anterior aunado a que habitan ecosistemas vulnerables (pastos marinos, manglares, corales y estuarios) a actividades antropogénicas, su degradación y destrucción pone en peligro las poblaciones de estos peces (Zhang y Vincent, 2018). Económicamente, estos curiosos peces son utilizados por el ser humano como organismos de ornato en la acuariofilia y como artesanías en diferentes partes del mundo (Lourie *et al*., 2016; Vincent *et al*., 2011). En Asia, también se utilizan como alimento y en la medicina tradicional, atribuyéndoles diversas propiedades benéficas para la salud (Jiang *et al*., 2018; Zhang *et al*., 2017; Vincent, 1996). Aproximadamente 20 millones de caballitos de mar son comercializados cada año (Foster, 2016). En América Latina, estos peces se exportan secos y

desde la década de los 90´s México, Ecuador y Perú exportan varias toneladas, siendo China el principal demandante (Foster, 2016; Ortega y Reyes, 2006).

Ecológicamente, los caballitos de mar son depredadores vivaces de pequeños crustáceos y zooplancton, mientras que también son una fuente de alimento para otros animales. Pueden ser huéspedes de parásitos o ser víctimas de infecciones bacterianas y fúngicas, especialmente en cautiverio (Cohen *et al*., 2017).

Extracción de caballitos de mar en vida libre y comercialización en México

En México, ninguna pesquería se dedica a la extracción exclusiva de caballitos de mar. Sin embargo, estos representan un bajo porcentaje de captura incidental durante algunas actividades de pesca comercial, principalmente a través de la pesca de camarón con redes de arrastre, a veces en áreas cercanas o dentro de áreas naturales marinas protegidas, como en la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado en el Golfo de México, Laguna de Términos y Loreto (litoral Pacífico) (Lawson *et al*., 2017; Bruckner *et al*., 2005). Estos son vendidos frescos o deshidratados (Lawson *et al*., 2017).

Baum y Vincent (2005) mencionan que, en Acapulco (Guerrero), las cooperativas de buzos de narguile que buscaban mariscos (por ejemplo, ostras) también capturaban caballitos de mar si se los encontraban en el camino. Según los buzos entrevistados y los comerciantes de acuarios, en el año 2000 había entre 10 y 15 buzos en el área vendiendo caballitos de mar a los acuarios de la Ciudad de México; no se han reportado datos recientes en el periodo del 2015-2020.

Según informes anecdóticos de pescadores, la mayor cantidad de caballitos de mar se capturan entre los meses de junio y julio (Bruckner *et al*., 2005). Baum y Vincent (2005) afirman que en la pesquería artesanal la captura incidental de caballitos de mar es muy escasa. Los pescadores artesanales afirman que es muy

difícil que los caballitos de mar queden atrapados en sus redes debido al pequeño tamaño de malla.

Con base en la información proporcionada por Lawson (2017) y Baum y Vincent (2005), probablemente una gran parte de los caballitos de mar secos provenientes de México y que pasan a formar parte del comercio internacional son capturados incidentalmente durante las operaciones de pesca de camarón. En el año 2016, había 929 barcos de pesca de camarón operando en el Golfo de México y el Caribe, y otros 1 090 en el Pacífico (SEMARNAT, 2018). Sin embargo, los caballitos de mar no se capturan en todas las zonas de pesca de camarón (Lawson, 2017) y los barcos operan en diferentes zonas (SEMARNAT, 2018). Por lo tanto, no parece haber una relación directa entre el tamaño del flotador de la pesquería de camarón y la captura incidental de caballitos de mar. Además, la cantidad de barcos camaroneros que operan en México cada temporada tiende a disminuir debido a la edad del flotador, algunos son retirados y otros no funcionan todas las temporadas debido a los costos de operación (Ponce-Díaz, 2009).

Comercio de organismos secos

Los caballitos de mar secos en México se comercializan en su mayoría como artesanías (Bruckner *et al*., 2005). No se ha informado de su uso en medicina tradicional u otros fines. Un estudio de campo realizado en el Mercado de Artesanías de Veracruz (un importante puerto comercial en la costa mexicana del Golfo de México) mostró que los caballitos de mar se usaban para hacer llaveros o se vendían secos como curiosidades (Baum y Vincent, 2005). Los precios variaban según la temporada y la demanda. Aquellos ejemplares destinados a exportación se dirigen principalmente a Estados Unidos y países asiáticos, donde su uso es alimenticio y medicinal (Jiang *et al*., 2018).

Comercios de organismos vivos

La captura de caballitos de mar para acuarios es muy limitada. La industria de los acuarios en México se desarrolló a fines de la década de 1980, y en 1994 se cancelaron todos los permisos comerciales para la captura de especies ornamentales marinas; solo se emitieron permisos de "pesca de fomento", es decir, permisos de captura vinculados a la investigación o evaluación de la población (Lango-Reynoso *et al*., 2012; Bruckner *et al*., 2005). En la actualidad, los permisos de pesca ya no permiten la captura de caballitos de mar para ningún propósito (SEMARNAT, 2010).

A principios de la década de 1990, la industria de los acuarios experimentó un "boom" y la mayoría de las capturas en la costa del Pacífico eran ilegales (Bruckner *et al*., 2005). Baum y Vincent (2005) informan que para el año 2000 México y Brasil tenían la industria de comercio de acuarios más importante de América Latina en términos de volumen y técnicas. Según el mismo estudio, la red comercial de caballitos de mar vivos para acuarios es bastante compleja. Existen varias rutas comerciales y fuentes de suministro, ya que los compradores pueden acudir a varios mayoristas o vender su pescado en varias ciudades. Entre las fuentes de caballitos de mar identificadas en dicho estudio se encuentran los centros de acuicultura en Mazatlán (Sinaloa), así como las capturas ilegales a lo largo de la costa del Pacífico, principalmente en Acapulco (Guerrero) y Puerto Escondido (Oaxaca). Los minoristas también informaron que otras especies de caballitos de mar fueron importados de Hawái, Indonesia, Fiji, Filipinas, Brasil, Australia y el Indo-Pacífico, normalmente a través de los Estados Unidos de América (Baum y Vincent, 2005).

El comercio de caballitos de mar en México incluye varios niveles (Baum y Vicent, 2005). A veces, los mayoristas compraban a intermediarios, que a su vez lo hacían directamente con los pescadores. En otros casos, los minoristas compraban directamente a los pescadores. Por último, los mayoristas también venden a otros

en su mismo nivel. Se podría decir entonces que existen al menos 4 niveles identificados: pescadores, intermediarios, minoristas y mayoristas. Al menos 10 de estos últimos se identificaron que vendían caballitos de mar en la Ciudad de México y la mitad de ellos tenía ejemplares disponibles. En total, los autores identificaron 54 acuarios minoristas, aunque no se encuestaron todas las ciudades principales de México. Solo en la Ciudad de México se identificaron al menos 42 acuarios de peces marinos, 36 de los cuales vendieron caballitos de mar, 26 comercializaban animales importados, 3 de carácter nacional y 4 desconocían su origen (Baum y Vincent, 2005). Los ejemplos reportados del anterior estudio confirman la necesidad de realizar un estudio actual, ya que se desconocen los datos actualizados en un periodo del 2005-2020.

Según Baum y Vincent (2005), en 2000 se comercializaron en el país entre 4 600 y 8 200 caballitos de mar. A su vez, la base de datos del CITES (2020) reporta una cantidad de 5 822 ejemplares exportados y 1 338 importados en el periodo del 2015-2020. La mayoría de ellos provenían de transacciones legales, seguidos de animales de zoocría y, por último, de organismos capturados en la naturaleza (CITES, 2020). El principal mercado de caballitos de mar cultivados es la Ciudad de México, aunque también se comercializan en ciudades como Guadalajara y Monterrey (Bruckner *et al*., 2005). Una granja de caballitos de mar en Mazatlán (Sinaloa) reportó ventas entre 2010 y 2017 de 1 700 a 2 500 animales/año (Ingens Cultivos Marinos, 2017). Estos números sugieren que algunos de los caballitos de mar de origen desconocido vendidos en la nación podrían provenir de criaderos.

Tamaño de las exportaciones

A partir de 1998 se emitieron permisos de exportación para comercializar la venta de caballitos de mar capturados en aguas mexicanas. Debido a la dificultad para determinar la especie a partir de muestras secas, esta información solo está disponible hasta el nivel de género. Cabe mencionar que la mayoría de las exportaciones se dirigían a Estados Unidos, aunque también se reportan envíos a

China, Hong Kong y Australia (Bruckner *et al*., 2005). Estas cifras indican las cantidades autorizadas para exportación por año, pero no indican las cantidades reales que se han exportado.

Para dar una idea de la magnitud del comercio por número de individuos, según Baum y Vincent (2005), el peso seco medio de *H. erectus* es de 2.28±1.99 g. Ya para *H. erectus* y *H. reidi*, el peso seco medio es de 2.35 g. Por lo tanto, se considera que aproximadamente 425 individuos pesan 1 kg. Finalmente, para *H. ingens*, con un peso seco promedio de 4.18±2.45 g, se considera que 239 individuos pesan 1 kg.

Las capturas comerciales se realizaron antes de que estas especies fueran incluidas en el listado de especies protegidas de la NOM-059 (SEMARNAT, 2010). A partir de 2001 no se han emitido permisos, y desde 2002 tampoco se han recibido solicitudes (SEMARNAT, 2018).

Valor comercial de los caballitos de mar

Los precios de los caballitos de mar varían. En el Mercado de Artesanías de Veracruz (Costa del Golfo de México) y otros mercados turísticos, los caballitos de mar secos se vendían a 65.00 pesos (MXN) como llaveros y a 29.00-35.00 pesos por organismos individuales secos (Bruckner *et al*., 2005). En todos los casos, el tamaño medio fue de 15 cm tanto para machos como para hembras. Otros precios registrados fueron de 25.00 a 100.00 pesos en localidades donde no se encuentran los caballitos de mar. Los propietarios argumentaron que esos eran los precios aproximados que administraban (Bruckner *et al*., 2005).

Según Baum y Vincent (2005), los intermediarios pagaban a buzos y pescadores entre 20 y 50 pesos (US $2.11 a US $5.28[*]), quienes a su vez los vendían a mayoristas en la Ciudad de México entre 80 y 90 pesos (US $8.45 a US $9.51*).

[*] De acuerdo con la tasa de cambio usada por Baum y Vincent (2005) (1 USD= 9.45 pesos mexicanos).

Ellos a su vez los vendieron a varios precios desde 80 a 140 pesos (US $8.45 a US $14.79*). Por último, los acuarios los vendían entre 120 y 400 (223 pesos= US $23.56 en promedio*) cuando eran individuos medianos o pequeños y entre 220 y 600 pesos para los grandes o de color rojo (390 pesos= US $41.20 en promedio*).

Alternativamente, los precios a los mayoristas de *H. ingens* cultivado variaron según el tamaño. Por ejemplo, un acuarista reportó lo siguiente: 5 a 6 cm (18 pesos= US $1.90*), 6 a 8 cm (22 pesos= US $2.32*) y 8 a 11 cm ($25 pesos= US $2.64)*, aunque según información de los mayoristas (compradores) los precios de los caballitos de mar cultivados oscilaron entre 1 dólar y 10 dólares y el precio de venta se duplicó normalmente (Baum y Vincent, 2005).

Finalmente, el precio de los caballitos de mar criados en cautiverio fue generalmente más bajo que el de los capturados en la naturaleza y nuevamente el precio de venta fue aproximadamente el doble que el de compra, aunque tenían precios entre US $75 y US $70 para mayoristas y hasta US $160 para tiendas de mascotas* (Baum y Vincent, 2005; Bruckner *et al*., 2005).

Pesquería en México

En México existen un total de 99 tipos diferentes de pesquerías, las cuales capturan 636 especies marinas, que representan el 90% en términos de la producción pesquera total y de valor. Se considera que 71 pesquerías ya están explotadas al máximo, 17 podrían expandirse más y 22 están disminuyendo. Aproximadamente el 20% de las pesquerías están sobreexplotadas, entendiéndose que una especie se pesca más allá de su capacidad de renovación (SEMARNAT, 2018).

La pesquería del camarón (*Litopemaeus* y *Farfantepenaeus*) es la más importante en términos de valor económico, empleo y por su contribución a las exportaciones totales de productos del mar de México. El océano Pacífico mexicano representa entre el 70% y el 80% de la producción nacional total de camarón (Duffin, 2019).

Ya el atún (*Thunnus*) es la segunda pesquería más importante, tanto en peso de pescado desembarcado (después de la sardina), como en ingresos económicos (después del camarón) (SEMARNAT, 2018). El atún aleta amarilla (*T. albacares*) representa el 75-90% de las pesquerías anuales capturadas por los barcos mexicanos, donde actualmente operan 89 embarcaciones, con una capacidad de carga que oscila entre 50 y 1 700 ton (SEMARNAT, 2018). Al menos desde 1993, la captura de túnidos y especies afines en México se ha mantenido en niveles superiores a 120 000 ton y alcanzó su punto máximo en 2003 con 189 270 ton (SEMARNAT, 2018). Otras especies que son de interés comercial son el marlín (Istiophoridae), tiburón (Squaliformes), peces de aleta como sardinas (Clupeidae), lobina (*Micopterus*), bonito (*Sarda*), mero (*Epinephelus*), sierra (*Scomberomorus*), trucha (Salmoninae), mojarra (Gerreidae), jurel (*Caranx*), guachinango (*Lutjanus*); calamar (*Dosidicus gigas*), pulpo (*Octopus*), langosta (*Panulirus*) y abulón (*Haliotis*) (SEMARNAT, 2018).

En general, el estado de la pesquería se considera estable. En Sinaloa, la pesquería se está recuperando después de una fuerte disminución en el número de sardinas de Monterrey; en Ensenada el proceso de recuperación es más lento; en Bahía Magdalena y Mazatlán, las pesquerías se han mantenido estables con una tendencia ascendente. Sin embargo, no se recomienda aumentar el esfuerzo de pesca actual (Fuentes *et al*., 2017).

Caracterización y escala de la pesquería artesanal

La pesca costera, de pequeña escala o artesanal, es referida como aquellas que generan productos para el consumo y comercialización local, utilizan embarcaciones de pequeña escala que operan con baja inversión de capital, son intensivas en mano de obra con autonomía y capacidad limitadas, y suelen realizar salidas de pesca diarias y a no más de 15 km de distancia de la costa (Stocks *et al*., 2019; Pomeroy, 2016).

Las pesquerías costeras en pequeña escala pueden describirse en términos de la captura de una variedad de especies objetivo (por ejemplo: algas marinas, pulpo, langosta y cangrejos), además de varias especies incidentales (Arce-Acosta *et al*., 2018). Las especies objetivo comprenden el 28% de las capturas en el Golfo de México y el Caribe, según se registra en los documentos estadísticos anuales (SEMARNAT, 2018). Aunque las pesquerías de subsistencia están muy extendidas, la mayoría de las pesquerías artesanales se pueden caracterizar como comerciales de pequeña a mediana escala, ya que una fracción significativa de la captura, además de para autoconsumo, se vende a los mercados locales o a intermediarios para los mercados nacionales y extranjeros (Schuhbauer *et al*., 2019).

Según documentos estadísticos anuales (CONAPESCA, 2018), existen 75 456 pequeñas embarcaciones artesanales en México. En el Pacifico se distribuyen de la siguiente manera: 2 666 en Baja California; 4 015 en Baja California Sur; 6 146 en Sonora; 12 668 en Sinaloa; 2 569 en Nayarit; 3 985 en Jalisco; 582 en Colima; 4 894 en Michoacán; 4 771 en Guerrero; 1 932 en Oaxaca; y 5 339 en Chiapas.

La inversión per cápita en artes de pesca y equipo para embarcaciones es generalmente baja en ambos casos, en comparación con las flotas semi-industriales. Sin embargo, la tecnología de la pesca ha sufrido una serie de transformaciones técnicas durante las últimas dos o tres décadas a medida que se han producido aumentos tanto en la motorización de los barcos como en el uso de artes de pesca más eficientes (Arce-Acosta *et al*., 2018; Ponce-Díaz *et al*., 2009). Estos cambios son el resultado de inversiones aplicadas en estas pesquerías en México, similares a las inversiones en tecnología que se han producido en muchos otros países de América Latina y el Caribe durante el mismo período (Schuhbauer *et al*., 2019; Ponce-Díaz *et al*., 2009). No obstante, independientemente de estas mejoras, la productividad no ha aumentado en consecuencia, ya que los recursos pesqueros cercanos a la costa están plenamente explotados, o sobreexplotados (Rubio-Cisneros *et al*., 2019). El aumento de la demanda de pescado y la

comercialización de productos pesqueros ha provocado un exceso de la capacidad pesquera, agotamiento de recursos, despilfarro de recursos económicos y humanos y bajos rendimientos de las inversiones (Zetina-Rejón *et al*., 2020; Galindo *et al*., 2019). Además, los pescadores se han enfrentado a incrementos en la frecuencia e intensidad de fenómenos naturales en las zonas costeras como huracanes, tormentas tropicales y mareas rojas, que han impactado los recursos y limitado sus operaciones de pesca, afectando así a sus ganancias (Tolentino-Arévalo *et al*., 2019; Audefroy y Sánchez, 2017).

Territorialidad, infraestructura, instrumentos y comercialización de la pesca artesanal

La pesca artesanal en México representa alrededor del 97% de la flota marina. Estas pesquerías cubren alrededor del 70% de la plataforma continental, que representa el 10% de la zona económica exclusiva (ZEE), y se encuentran dispersas a lo largo de ambas regiones costeras: el Océano Pacífico y el Golfo de México y el Caribe (CONAPESCA, 2018).

Las pesquerías artesanales mexicanas varían en su grado de tecnología. El lado más simple tiene pescadores que operan desde la costa o desde canoas de madera propulsadas por motores eléctricos y utilizando redes de pesca o redes de cerco de playa (Schuhbauer *et al*., 2019; Arce-Acosta *et al*., 2018). Sin embargo, la mayoría de los barcos pesqueros están hechos de fibra de vidrio y tienen entre 6 y 10 m de eslora (Arce-Acosta *et al*., 2018). En algunas regiones, las embarcaciones pequeñas con motor fuera de borda se denominan “panga” (Ponce-Díaz *et al*., 2009).

Algunas pesquerías, como la camaronera que opera en aguas costeras, utilizan artes fijos que bloquean las migraciones al mar (tapos) y utilizan embarcaciones pequeñas para cargar las capturas y llevarlas a la costa (Arce-Acosta *et al*., 2018; Ponce-Díaz *et al*., 2009). En Tamaulipas y Veracruz, los pescadores utilizan

embarcaciones pequeñas y redes fijas en forma de "V" (charangas) y almacenan la captura hasta que se lleva a la costa (Reyna-González *et al*., 2019).

En algunos casos, como la pesquería de pulpo rojo (*Octopus maya*) en Yucatán y la pesquería de langosta (*Panulirus argus*), varias flotas de diferente tamaño y capacidad se dirigen a la misma especie (del Jesús Tamayo-Loeza *et al*., 2018). Las embarcaciones más grandes suelen utilizar métodos de pesca y artes que incorporan el mismo nivel de soporte mecánico para la extracción, como cabrestantes para mero o trampas para langosta (Monroy-García *et al*., 2019; Ponce-Díaz *et al*., 2009). Estos barcos tienen la capacidad de expandir sus operaciones a áreas más profundas, generalmente apuntando a especies de mayor tamaño u otras especies como el pulpo (Coronado *et al*., 2020). Por otra parte, y aunque generalmente está prohibido por las regulaciones, el buceo también es un método de pesca común en el Golfo de México y el Caribe, dirigido a especies como langosta (*Panulirus* spp.), caracol (*Strombus gigas*) y pulpo (*Octopus* spp.) (Duarte *et al*., 2018).

Varias pesquerías basadas en la región del Pacífico podrían considerarse como un solo grupo (o especie) ya que son muy especializadas (por ejemplo: algas marinas, algas marinas, pulpo, langosta y cangrejos) (CONAPESCA, 2018). Otras especies, como la abulón (*Halotis* spp.), caracol (*S. gigas*), almejas, mejillones, ostiones y parientes (clase Bivalvia) y erizos de mar (Echonoidea) son recolectadas a mano por buceadores que utilizan compresores de aire en bote (llamados "Hooka") (Huchim-Lara y Seijo, 2018). En estas pesquerías no es muy común reportar capturas incidentales, aunque los buzos capturan algunas especies complementarias.

Las pesquerías del litoral del Pacífico son similares a las pesquerías de camarón en aguas costeras, con pescadores que utilizan artes fijos que bloquean las migraciones al mar (localmente llamados tapos) y embarcaciones pequeñas para recolectar capturas y llevarlas a la costa (Ortíz-Álvarez *et al*., 2020). También hay

artes de pesca activos para capturar camarones en aguas poco profundas, como redes de pesca y suripera (una cuasi-red de arrastre) (Ponce-Díaz *et al*., 2009).

Una de las pesquerías más especializadas de la zona es la de tiburones, ya que requiere estrategias y artes de pesca diferentes a las que se utilizan para los peces. Sin embargo, algunas flotas que se dirigen a los peces con redes de enmalle y palangres también capturan tiburones (Sosa-Nishizaki *et al.*, 2020). Existe una gran riqueza de especies de tiburones en el Pacífico mexicano y casi todas se venden comercialmente cuando se capturan (García-Rodríguez y Sosa-Nishizaki, 2020).

En la pesquería de calamar, que se dirige principalmente al calamar gigante (*Dosidicus gigas*) (Morales-Bojórquez y Pacheco-Bedoya, 2016), algunas especies aparecen como captura incidental, por ejemplo, el calamar común del Pacífico (*Loligo opalescens*), el calamar dardo (*Loliolopsis diomedeae*), calamar dedal (*Lolliguncula* spp.), calamares potas (*Illex* spp.), calamar rojo (*Ommastrephes* spp.) y calamar negro (*Symplectoteuthis* spp.) (Arce-Acosta *et al*., 2018).

Los productos pesqueros procedentes de la pesca artesanal son principalmente frescos, congelados y, en casos muy limitados, procesados. Los mercados nacionales, locales e internacionales reciben los productos de estas pesquerías. Los peces de aleta y los tiburones (hasta cierto tamaño) generalmente se venden enteros. La mayoría de las capturas artesanales de camarón en las pesquerías del Golfo son de tamaño pequeño y no son adecuadas para los mercados internacionales (Ponce-Díaz *et al*., 2009).

De las 8 000 toneladas capturadas de mero (*Ephinephelus morio*) en 2018, el 50% fueron exportadas a los Estados Unidos de América. El resto se reportó distribuido en los mercados nacionales (CONAPESCA, 2018).

Etnociencias

Las etnociencias son las disciplinas construidas a partir del conjunto de factores bilógicos, antropológicos (cultura, historia, lingüística y religión), geográficos, arqueológicos-históricos, económicos, psicológicos (sobre todo aquellos afectivo-emocionales), epidemiológicos y filosóficos (incluyendo la ética), y buscan entender las relaciones sociedad-ambiente y los sistemas simbólicos que en éstas existen (Pérez-Ruíz y Argueta-Villamar, 2011). Dentro de ellas, surge la etnobiología, que trata de explicar el uso que los humanos dan a diferentes organismos, tomando en cuenta el contexto sociocultural (Maldonado-Koerdell, 2012). La importancia de la etnobiología radica en que no solo toma en cuenta lo ecológico, sino además las relaciones entre el medio, el ser humano y su cultura. La literatura clásica afirma que "*es el estudio del papel de la naturaleza en el sistema de creencias y de adaptación del hombre a determinados ambientes*" (Posey, 1986, p. 15). Esto implica tomar en cuenta las diversas visiones del mundo que cada comunidad e individuo tiene con respecto a la naturaleza.

De ésta manera las etnociencias conjugan análisis que tratan de llegar a las categorías y conceptos implícitos desde el punto de vista de quienes los utilizan y a la vez se abordan los mismos objetos o fenómenos a partir de las categorías y conceptos científicos (Bonte y Izard, 1996), esto con la finalidad de evidenciar el funcionamiento de los ecosistemas socioculturales y socioeconómicos según las habilidades y representaciones simbólicas que cada cultura o comunidad ha desarrollado (Muñoz-Carbajal y Amaya-Castaño, 2019).

Del mismo modo, Hviging (2001) refiere a las etnociencias desde dos puntos de vista: 1) el discurso de las comunidades de estudio; y 2) el enfoque metodológico riguroso adoptado en los estudios antropológicos cognitivos de sistemas de clasificación y estructuras taxonómicas observables en otras culturas. A partir de ello se generan otras disciplinas con el prefijo *etno*, por ejemplo, la etnobotánica, etnozoología, etnomicología, etnoecología, etnomatemáticas, entre otras.

Así pues, las etnociencias abren paso a diferentes disciplinas para establecer una relación detallada de los estudios étnicos y con ello evidenciar la importancia de las comunidades humanas sobre el desarrollo de estrategias para la conservación de los recursos naturales y culturales, basándose en las artes de subsistencia creadas por los mismos pueblos (Toledo y Barrera-Bassols, 2008), en donde se conjunta la creación, mantenimiento y mejoramiento del terreno, funcionamiento ecológico, uso y conocimiento de la diversidad biológica para desarrollar actividades que respondan a las necesidades locales, permitiendo que en el tiempo, se originen saberes locales basados en la experiencia y en los sistemas de conocimiento holísticos como una forma de creer, reconocer y representar el mundo, esto mediante prácticas sociales e individuales construyendo colectivamente conocimientos empíricos mediante testimonios, rituales, transmisión de conocimientos de generación en generación (Argueta, 2016).

Etnozoología

La etnozoología es una disciplina involucrada en el estudio de las relaciones humano-animal (Santos-Fita *et al*., 2009). Sus estudios pueden dirigirse a las formas de vida actuales o del pasado. La parte fundamental de la investigación en esta línea es la relación ser humano-cultura-animal y que se centra en el conocimiento que los individuos poseen sobre el mundo natural, sobrenatural y la organización social (Costa-Neto *et al*., 2009), así como las formas en que el humano se relaciona e interactúa con los animales. Por su objeto de estudio es en principio bi-disciplinaria por la zoología y la antropología, pero por su metodología es interdisciplinaria, integrándose con la lingüística, la historia, la paleontología, la psicología y la geografía entre otras (Argueta *et al*., 2012).

Los animales han tenido una gran importancia en la historia de la humanidad. La fauna en general ha sido utilizada con fines alimenticios, medicinales, lúdicos y para crear vestimentas, siendo además parte fundamental de la economía de

distintas sociedades alrededor del mundo, además de tener una innegable importancia cultural, simbólica y espiritual que se encuentra relacionada a la cosmovisión que tiene el humano respecto al medio ambiente que lo rodea (Santos-Fita *et al*., 2009).

Esta subdisciplina de las etnociencias tuvo su inicio a finales del siglo XIX, y hasta 1950 solo se enfocaba en realizar documentaciones sobre los animales que los indígenas en determinada región conocían y utilizaban, es decir, se basaba en una visión etnocentrista utilitaria (fase preclásica) (Santos-Fita *et al*., 2012). Luego aconteció la entrada de la etnozoología al ámbito académico, donde en el periodo de 1950 a 1980 (fase clásica) se enfocó en entender el significado biocultural y otros aspectos de origen cognitivo, en las que se incluían relaciones de apropiación, relaciones simbólicas y la transmisión de los saberes. Abarca también temas sobre la psicología animal y la identificación simbólica de la especie humana con especies animales, la distribución y variación del conocimiento en una población local, así como una forma de capital social o cultural (Gutiérrez-Santillán *et al*., 2017). Actualmente, la etnozoología busca entender la relación existente entre el conocimiento y la acción, principalmente en lo que respecta al aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos naturales y el hábitat (fase posclásica) (Santos-Fita *et al*., 2009; Hunn, 2007). De acuerdo con Santos-Fita *et al*. (2012), las principales temáticas de conocimiento etnozoológico abordadas en el siglo XXI son:

1. Etnozoología general.
2. Cacería, cosecha, alimentación y comercialización.
3. Anatomía animal y comparada.
4. Cosmovisión, universo simbólico, relaciones psicológicas y arte animal.
5. Significado lingüista, nomenclatura y taxonomía.
6. Conocimiento ecológico y etológico.
7. Utilización ornamental (plumas, conchas, tintes, etc.), vestido, instrumentos y construcción.

8. Mitología, religión, totemismo, tonalismo, nahualismo (aspectos espirituales y sobrenaturales).
9. Literatura animal (leyendas, fábulas, cuentos).
10. Animales y medicina tradicional.
11. Domesticación, manejo.
12. Desarrollo, conservación, educación.
13. Aspectos teóricos y metodológicos.

Dentro de las investigaciones etnozoológicas se requiere un acercamiento a la gente que vive en el sitio de estudio. Aunque esto pueda parecer demasiado simple, la realidad es que la confianza de la gente es imprescindible, ya que, de otro modo, la información obtenida puede estar incompleta o resultar poco confiable. A veces este primer paso implica una fuerte inversión de tiempo, hasta que la gente se convence de que el objetivo es solo la búsqueda de información y que los datos obtenidos se emplearán en estudios que redituarán en su provecho (Santos-Fita *et al*., 2012). Simultáneo al trabajo de campo es el trabajo en archivos y bibliotecas para recopilar información acera de las comunidades humanas que han vivido en el sitio de estudio, sus tradiciones, formas de vida, en fin, todo aquello que pueda servir para entender la forma como ubican y aprovechan la fauna, tema central del estudio que se realiza. Otro aspecto importante es la recopilación de datos sobre la biología de las especies que se están estudiando (Hunn, 2011).

La importancia de los estudios etnozoológicos recaen en el conocimiento y prácticas acumuladas resultado del trabajo de muchas generaciones, ya sea como intercambio de información o como experiencia propia, la cual puede ser aprovechado técnica y académicamente bajo estándares éticos (derechos de propiedad intelectual, patentes) para generar información de interés y aprovechamiento en aspectos biológicos, ecológicos, comerciales, religiosos, entre otros, de los animales (Argueta-Villamar *et al*., 2012; Santos-Fita *et al*., 2009).

Etnoictiología

La etnoictiología puede ser definida como el estudio científico (compilación y sistematización del conocimiento) de las relaciones culturales establecidas entre la especie humana y los peces (Ruiz-Velázquez *et al*., 2017). Al igual que otras ramas de la etnobiología, esta disciplina intenta sistematizar el conocimiento tradicional sobre diversos aspectos biológicos (Rosa *et al*., 2010), ecológicos (Jácome-Negrete, 2013; Batista y Lima, 2010) y culturales (Rosa *et al*., 2010), así como prácticas de manejo y conocimiento del estatus actual de los recursos pesqueros y ambientes acuáticos (Seixas y Begossi, 2001). Desde este punto de vista, los estudios etnoictiológicos pueden facilitar un conjunto valioso de conocimientos para el monitoreo, manejo y conservación de la fauna íctica y de su medio ambiente (Mourão y Nordi, 2006; Silvano y Begossi, 2002; Costa-Neto, 2000). Al mismo tiempo, estos estudios ayudan a recuperar conocimientos locales que podrían perderse con el tiempo, y cuando se implementan participativamente ayudan a las comunidades locales a empoderarse de los procesos de manejo y conservación de sus propios recursos pesqueros (Jácome-Negrete, 2013).

Dependiendo de la sociedad, de la época y de la localidad, las interacciones de los seres humanos con los peces pueden ser apreciadas de diversas maneras, tales como: lúdica, (p. ej., cuando los individuos se divierten asistiendo a competencias de peces beta -*Betta splendens*-); trófica, cuando los peces forman parte de la alimentación; medicinal, cuando partes corporales o productos extraídos de los peces son utilizados para sanar alguna dolencia; sexual, cuando el hombre se vale de fauna íctica o de derivados de esta para obtención de placer carnal; religioso, cuando esos animales son empleados con un significado sagrado; comercial; artesanal; estético-ornamental, entre otros (Andrade y Costa-Neto, 2005).

Conocimiento ecológico local en la pesca

El conocimiento ecológico local que poseen los pescadores es holístico e intuitivo, siempre adquirido a través de la observación periódica y experiencia en la actividad. En éste conforman un cúmulo de saberes tan amplio y diverso en los que se encuentran aspectos ecológicos de las especies pescadas (estructura poblacional, distribución, morfología, abundancia, comportamiento, migración, ciclos de vida, depredación, refugios, entre otros), técnicas e instrumentos de pesca (artes de pesca, calendarios, etc.), empirismo en condiciones climáticas-ambientales (viento y dirección de este, marea, temperatura en el agua, sustratos, estacionalidad, etc.), cambios en la tasa de captura, esfuerzo pesquero, rutas, prácticas informales de conservación y evaluación del estado de recursos pesqueros, entre otros (García-Dueñas *et al*., 2021; Begossi, 2008; Silvano y Valbo-Jorgensen, 2008). Por ello, García-Allut y Vázquez-Portela (2012) afirman que "*los propios pescadores son quienes mejor conocen el entorno ecológico y social de cada una de sus comunidades*" (García-Allut y Vázquez-Portela, 2012, p. 1735).

El grado de fortaleza de su conocimiento se puede medir dependiendo de la cantidad de años en interacción con su medio de trabajo, en el cual se hacen de toda esta información, que a menudo es difícil encontrar en artículos científicos (Stocks *et al*., 2019). Algo importante a recalcar es que este conocimiento no es igual en todas las regiones, y es particular para determinados ambientes marinos o costeros. Además, los pescadores deciden como transmiten el conocimiento a sus pares, dependiendo del interés socioeconómico del grupo al que se dirige éste puede ser oral, o a través de la movilidad y práctica constante (Abalo-Morla, 2015; Palmer y Wadley, 2007).

Otra característica importante es la expresión de este conocimiento ya que no lleva una metodología estricta o consensuada, además de que cada individuo utiliza sus propias habilidades y estilo lingüístico para transmitirlo (O´Donell *et al*., 2012), por

ello con frecuencia es despreciado o se limita para elaborar estrategias socioeconómicas y ecológicas en el manejo del recurso pesquero. Sin embargo, el conocimiento que los pescadores tienen sobre las especies marinas que históricamente han sido de baja o nula prioridad para el manejo de la pesca ha comenzado a ganar importancia para el desarrollo de planes de extracción regulada y sustentable (Stocks *et al*., 2019; Zhang y Vincent, 2017; Ternes *et al*., 2016).

Conocimiento de los pescadores sobre aspectos biológicos-pesqueros del género *Hippocampus*

En los últimos años, los investigadores han enfatizado la importancia del conocimiento producido y transmitido oralmente por los pescadores artesanales y el papel potencial de la pesca tradicional y el conocimiento ambiental relacionado que pueden jugar para el desarrollo y la implementación de la ordenación pesquera (Early-Capistrán *et al*., 2021; Espinoza-Tenorio *et al*., 2021; Sotcks *et al*., 2019; Narchi *et al*., 2014). Con respecto a los caballitos de mar, Meewig *et al*. (2001) y Pajaro *et al*. (1997) han sido los pioneros en destacar la importancia del conocimiento de los pescadores para la conservación de esos peces, en Filipinas y Tailandia, respectivamente.

El saber de los pescadores ha proporcionado una estimación más a detalle de algunos parámetros de pesca de los caballitos de mar, en particular del esfuerzo de captura y del tamaño de los ejemplares extraídos (Stocks *et al*., 2019; Stocks *et al*., 2017; Ut y Tam, 2012), así como de los usos por parte de los compradores (Ternes *et al*., 2016; Rosa *et al*., 2010). Por otra parte, también se han obtenido cuestiones de etnotaxonomía y etnoclasificación (Ternes *et al*., 2016; Rosa *et al*., 2005), uso mágico-religioso (Rosa *et al*., 2010), e importantes parámetros ecológicos como: distribución (Stocks *et al*., 2019; Aylesworth *et al*., 2017; Ternes *et al*., 2016; Rosa *et al*., 2005); ecología trófica (Ternes *et al*., 2016; Rosa *et al*.,

2007; Rosa *et al*., 2005; Baum *et al*., 2003); aspectos reproductivos (Ternes *et al*., 2016; Mai y Velasco, 2012), percepción de la condición y cambios en las poblaciones de vida libre (Stocks *et al*., 2019; Tornes *et al*., 2016; Vincent *et al*., 2011).

Para la especie *H. ingens* no se reportan estudios etnobiológicos y/o de estatus poblacional en el pacífico mexicano, sin embargo, los pescadores locales pueden ser la primera y mejor fuente de información para la gestión y conservación del caballito de mar del Pacífico en esta región, así como para la obtención de algunos parámetros ecológicos de importancia (p.ej., densidad, ecología trófica, reproducción, entre otros).

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el impacto de la pesquería local sobre las poblaciones de vida libre del caballito de mar (*Hippocampus ingens*) en el estado de Sinaloa, México?

OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el estado de pesca, uso y comercialización de las poblaciones en vida libre del caballito de mar (*Hippocampus ingens*) en Sinaloa, México, a través del conocimiento ecológico local de los pescadores.

Objetivos específicos

Determinar el esfuerzo de pesca, captura por unidad de esfuerzo y precio del caballito de mar para establecer el nivel de explotación que se ha producido en el área.

Evaluar los cambios en las tallas, tamaño de captura y tendencias en los precios del caballito de mar.

Registrar el conocimiento local sobre la biología, ecología, distribución, historia de vida, usos y manejo de la especie *H. ingens*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio

Descripción de la zona de estudio

De acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (2020), Sinaloa es el estado mexicano que reporta el valor más alto en producción pesquera a nivel nacional. El estudio se realizó en los únicos dos puertos presentes en el estado: Bahía de Topolobampo y Mazatlán (Figura 4).

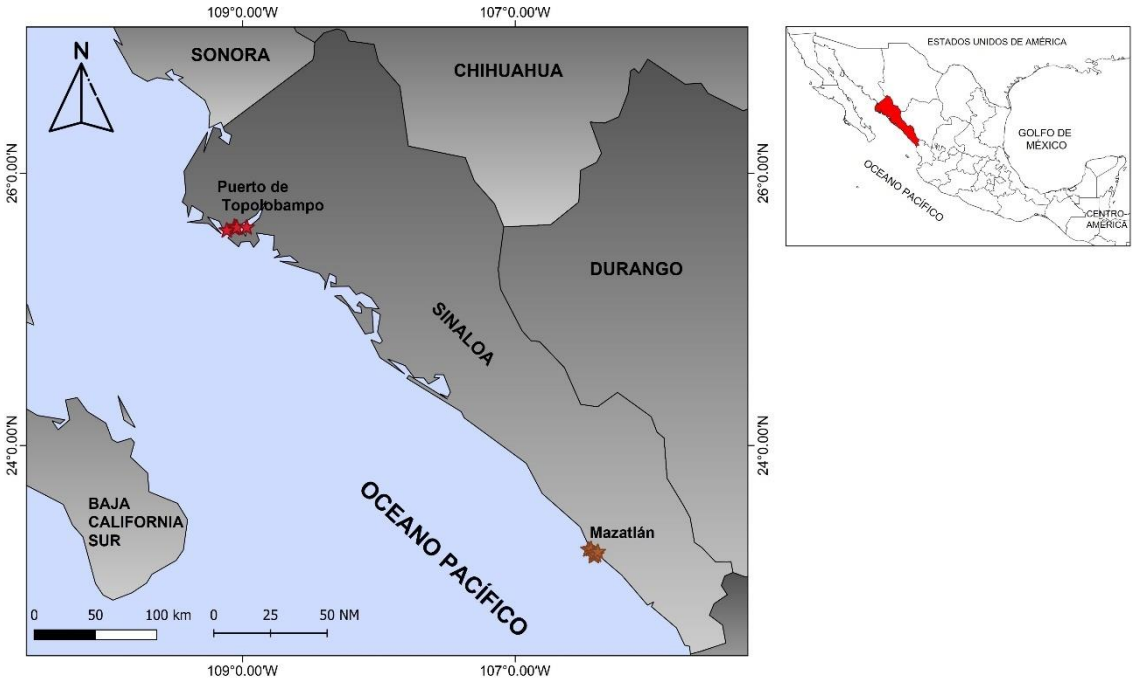

Figura 4. Mapa de locación del estudio en Sinaloa.

Mazatlán, Sinaloa. El municipio de Mazatlán se localiza al sur de la entidad en una península natural, entre los paralelos 23°04’25” y 23°50’22” N y meridianos 105°56’05” y 106°37’10” al poniente del meridiano de Greenwich, colindando al norte con el municipio de San Ignacio; al sur con los municipios de Concordia, El Rosario y, el Océano Pacífico; al oriente con el municipio de Concordia y el estado de Durango; y al poniente con el Océano Pacífico. La región cuenta con una

superficie de 250,510.21 ha, que representa el 4.41% del total estatal (INEGI, 2018).

El municipio de Mazatlán se extiende desde la costa del Océano Pacífico hasta la Sierra Madre Occidental, por lo que sus alturas van de los 0 a los 2 400 m sobre el nivel del mar (msnm) lo que da lugar a significativa diversidad de ambientes naturales, dentro de las que se encuentra la Ciudad de Mazatlán, localizada en la zona costera del municipio (DIGAOHM, 2018a).

Presenta un clima de tipo estepario cálida (Bsh) (García, 1973), con una temporada de sequía muy marcada, sobre las zonas montañosas se presenta un clima semicálido-subhúmedo, con temperatura media anual de 24 °C y sobre su planicie costera se manifiesta un clima semicálido semiseco con temperatura media anual de 25 °C. Entre los meses de mayo a noviembre pueden presentarse ventarrones peligrosos conocidos como “chubascos”. Estos generalmente duran de 2 a 4 h y soplan de cualquier cuadrante con fuerza de 6 a 8 nudos acompañados de fuertes aguaceros, truenos y relámpagos, así como de un rápido encrespamiento del mar. Durante esta estación se hace necesario tomar precauciones especiales, especialmente en actividades pesqueras (Arreola y Cavazos, 2009).

La marea es clasificada como mixta, que son aquellas de régimen de tipo intermedio, durante un día lunar se presentan dos pleamares y una bajamar, o dos bajamares y una pleamar; la elevación de la marea en sicigias es de 1.3 m, y la elevación promedio es de 0.9 m (DIGAOHM, 2018a).

El municipio tiene 656 km de litoral en la región donde el Océano Pacífico se convierte en el Mar de Cortés. Es muy importante el sistema hidrológico costero constituido por lagunas costeras, estuarios y marismas. Sirven como sistema regulador entre las aportaciones continentales y las aguas marinas, sin embargo, la acción antrópica está dando lugar a alteraciones significativas. Vale la pena resaltar que el estero forma parte de una red de lagunas costeras, manglares y ciénagas que cubren 24 mil ha a través del estado de Nayarit y el Sur de Sinaloa,

estos cuerpos de agua son relevantes ya que han sido reconocidos como una prioridad nacional de conservación (INEGI, 2018).

Los principales tipos de vegetación natural e inducida son el manglar, vegetación halófila y gipsófila en la costa, en la llanura costera y en el piedemonte se presenta selva baja caducifolia y subcaducifolia, la más abundante pues ocupa otro 40% del municipio, selva mediana caducifolia y subcaducifolia, selva baja espinosa, además hay presencia de pastizal inducido y pastizal cultivado. Hacia la zona montañosa del municipio se localizan bosques de encino, bosques de pino y bosques de pino-encino (Vega-Aviña, 2021).

Se aprecia un avanzado proceso de urbanización del municipio de Mazatlán tanto en sus indicadores económicos como demográficos y sociales. El 87% de la población habita en la cabecera municipal (ciudad de Mazatlán), mientras que el restante se concentra en otras localidades rurales (DIGAOHM, 2018a).

Comparada con la historia de muchas ciudades del país e inclusive del estado de Sinaloa, la de Mazatlán es una historia reciente. No se registran asentamientos indígenas y por las características del ambiente y escasez de recursos naturales explotables, no fue tampoco una ciudad colonial. Su historia se remite a principios del siglo XIX cuando se inicia su explotación como ciudad comercial, dada su estratégica ubicación geográfica (Alvarado-Fuentes, 2010). Actualmente es una zona importante en el sector turístico y portuario, cuenta con una población de aproximadamente 503 000 habitantes, de los cuales 6.9% se considera indígena (CIEGSIN, 2015), siendo las principales lenguas habladas el náhuatl y el mixteco (Sariego-Rodríguez, 2016). En la Figura 5 se observan algunas zonas de aplicación de entrevistas y observación participante en Mazatlán (Figura 5).

Figura 5. A) Campo pesquero “Playa Norte” en Mazatlán. B) Campo pesquero “Isla de la Piedra” en Mazatlán. C) Pescador colectando peces en arrecife rocoso frente al malecón de Mazatlán. D) Buques camaroneros en el puerto de Mazatlán. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Topolobampo, Sinaloa. El Puerto comercial e industrial de Topolobampo, se localiza en el estado de Sinaloa, al noroeste del país, en la costa del Océano Pacífico, a solo 322 km de la entrada al Golfo de California y 20 km de la ciudad de Los Mochis. El Puerto se ubica en las coordenadas: 25º 36' N y 109º 04' W. Se separa del Golfo de California por las barreras de arena de la Isla Santa María, en el noroeste y Punta Copas en el sureste, las cuales tienen una anchura promedio de 2 km y en partes están cubiertas por dunas de arena. La boca de la bahía de Topolobampo tiene 3 km de anchura y se encuentra localizada entre la isla Santa María y Punta Copas; está separada de la bahía de Ohuria por un canal de 700 m de anchura a la altura del puerto de Topolobampo. Tiene una superficie de 6 000 ha (DIGAOHM, 2018b).

La profundidad de la mayoría del sistema es inferior a 1 m en nivel medio del mar y las profundidades máximas se encuentran a lo largo de los dos canales y de la boca que van del orden de los 7 m a los 11 m (Díaz-Gaxiola, 2012). El tipo de marea es mixta semidiurna, presentando un rango de 1.90 m. se registran dos pleamares y dos bajamares al día. La pleamar máxima que se ha registrado es de 1.640 m y la bajamar mínima de -0.530 m, tomando como referencia el nivel de bajamar media inferior (DIGAOHM, 2018b).

Presenta un gran bosque de mangles con diversas especies en diferentes estados de desarrollo. Las especies más frecuentes son *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa.* Las dos primeras se presentan casi ininterrumpidamente dentro de la bahía y soportan en sus raíces a una variada flora, así como una gran cantidad y variedad de invertebrados marinos (esponjas, anélidos, celentéreos, moluscos, artrópodos, tunicados, briozoarios) y peces (Díaz-Gaxiola, 2012).

Predomina el clima desértico cálido (Bwh) (García, 1998). Los últimos 28 años han registrado una temperatura mínima de -1.5 °C en febrero del 2011 y una máxima mensual de 40.6 ºC en julio; con una máxima diaria de 44.5 °C durante agosto de 1997, siendo la temporada más calurosa la que va de julio a octubre y la más fría la de noviembre a febrero. La humedad relativa promedio anual es de 84.5%, mientras que la presión atmosférica promedio anual es de 1022.90 mb (a nivel del mar) (Arreola *et al*., 2009). El periodo de lluvias corresponde a los meses de junio a octubre. Cuenta con aportaciones de agua del continente en forma natural y antropogénica. Los escurrimientos más importantes son el aporte de agua de las escorrentías que en tiempo de lluvias se generan, los aportes de las granjas acuícolas y las descargas municipales mediante los drenes agrícolas (DIGAOHM, 2018b).

La bahía fue habitada a finales del siglo XIX. En 1886, luego de previas misiones de exploración en territorio sinaloense, el Congreso Federal aprobó el contrato de

colonización y se estableció como una comunidad agrícola enfocada en la producción de azúcar; sin embargo, en las últimas décadas su progreso descansa sobre la agricultura altamente tecnificada que se practica en toda la región noroeste de México, así como la pesca industrializada de Camarón (Piña, 2021).

La comunidad está conformada en su mayoría por mestizos (aproximadamente 500 000 habitantes en el municipio de Ahome), con cerca del 30% de habitantes que se consideran indígenas y un 1.59% que habla alguna lengua indígena (INEGI, 2015). La principal comunidad indígena es el pueblo Yoreme (INPI, 2017). La Figura 6 muestra una vista general de las zonas de estudio en Topolobampo (Figura 6).

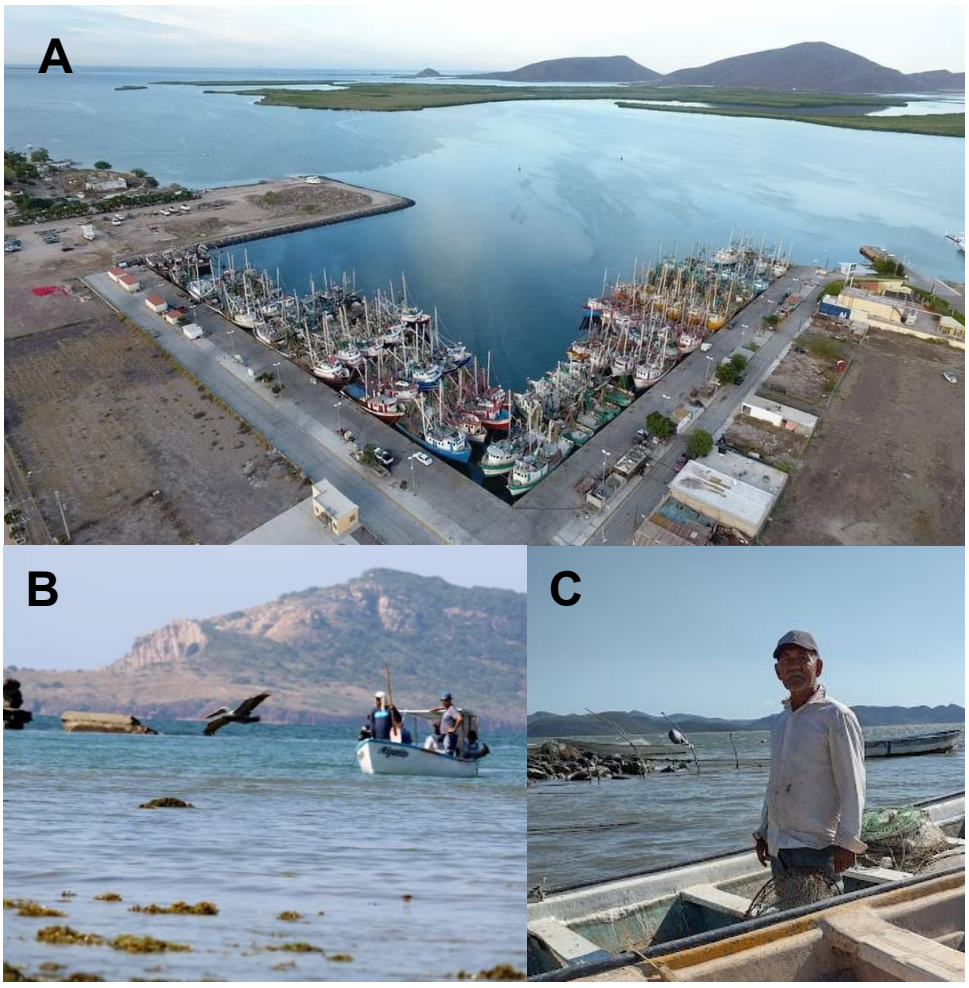

Figura 6. A) Muelle de buques camaroneros en Topolobampo. B) Pescadores realizando sus actividades en la bahía de Topolobampo. C) Pescador mayo en el campo pesquero Lázaro Cárdenas. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Obtención de datos

En primera instancia el proyecto se sometió a evaluación por parte del Comité Institucional de Ética y Bioética de la UACJ para garantizar el respeto a la dignidad, integridad e identidad de los participantes. Se obtuvo una dictaminación favorable con registro CEI-2021-1-281 (Anexo 1). Las encuestas y observaciones participantes se llevaron a cabo en los puertos, con los pescadores y comercializadores en zonas costeras del estado de Sinaloa, en los meses de junio a agosto del 2021. Se empleo una combinación de métodos cualitativos y

cuantitativos, es decir, se obtuvo información cualitativa de los entrevistados a partir de aplicación de entrevistas semiestructuradas, observación participante, conversaciones y padrinazgo informal, para posteriormente analizar los datos con técnicas cuantitativas (ver sección de estandarización de datos y análisis estadísticos). Durante el periodo de trabajo en campo, se realizaron entrevistas a 112 participantes, de los cuales 82 pertenecen a la región del puerto de Topolobampo y 30 a Mazatlán.

Aplicación de entrevistas. La entrevista semiestructurada fue la principal técnica cualitativa para la recopilación de información en ambas zonas de estudio. Bernard (2006) menciona que la entrevista semiestructurada permite tener cierto control durante las preguntas y respuestas y a su vez brinda la suficiente libertad de abarcar otros temas que pueden enriquecer la investigación. Para ello, se realizó un formato de entrevista semiestructurada que consistía en preguntas sobre el conocimiento ecológico del caballito de mar (coloración, hábitats, relaciones tróficas, etología, reproductividad), así como de las prácticas de los pescadores, uso de artes, esfuerzo de pesca, y de especímenes (tanto en el pasado como en el presente), seguido de más preguntas abiertas sobre el uso doméstico, futuro, conservación y tendencia de la pesca de caballitos de mar (Anexo 2). La entrevista se categorizó de la siguiente manera:

I. Perfil socioeconómico del entrevistado
II. Esfuerzo pesquero
III. Captura y comercialización de caballitos de mar
IV. Condiciones percibidas de los caballitos de mar a través del tiempo
V. Conocimiento ecológico de los caballitos de mar

Posteriormente se seleccionaron los potenciales entrevistados a través de muestreo no probabilístico, principalmente por desconocer el número total de los posibles entrevistados (Bernard, 2006). En particular se empleó una técnica mezclada de muestreo dirigido y muestreo dirigido por los participantes (MDE) (Mantecón *et al*., 2008), con la finalidad de reducir el sesgo creado por la técnica de bola de nieve y excluir algún grupo social de interés. Las entrevistas se llevaron a cabo en las instalaciones de las cooperativas, puertos y muelles de pesca de las zonas de estudio, así como en mercados y malecones.

El grupo al que se dirigió la entrevista fueron personas mayores de edad, género indistinto y con antecedentes en actividades pesqueras directa o indirectamente. Antes de iniciar cada entrevista se dio una explicación breve del propósito de la investigación, asegurando la confidencialidad de sus datos, así como solicitando su consentimiento oral o escrito. Se explicó que la información que compartieran sería utilizada para identificar las costumbres de pesca, manejo, uso y conocimiento general y ecológico que tienen de los caballitos de mar, del mismo modo se les hizo saber que su participación es voluntaria y es su derecho negarse a participar o sustraerse de la investigación en el momento que lo deseasen; se otorgó una copia del consentimiento informado (Anexo 3) a cada participante donde se estipula lo anterior, así como la confidencialidad y acceso restringido de sus datos (Figura 7). Las entrevistas tuvieron una duración de entre 9 a 26 min.

Figura 7. Entrevistas a participantes en Topolobampo. A) Entrevista con pescadores artesanales de la comunitaria “San Carlos”. B) Entrevista con pescador de buque camaronero. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Observación participante. Para complementar los datos obtenidos de entrevistas acerca del esfuerzo pesquero, manejo de las especies pescadas, conocimiento y uso de los caballitos de mar, se llevó a cabo observación participante en actividades de pesca, lo cual implica acercarse a las personas, observarlas y escucharlas. Los instrumentos de esta técnica fueron las notas y el diario de campo. Las notas se usaron como registros breves pero importantes y en el diario de campo se describió con mayor detalle lo observado (Hammersley y Atkinson, 2005). La observación también se complementó con fotografías, audios o videos de los fenómenos sociales, siempre con autorización previa (Bernard, 2006). Así pues, se realizaron acompañamientos a actividades de pesca, solicitando permiso ante los pescadores de dos comunitarias en Topolobampo (San Carlos y Lázaro Cárdenas) y una cooperativa en Mazatlán (Playa Norte) para abordar su embarcación y posteriormente dar caminatas por las instalaciones para observar su método de trabajo (Figura 8). Los trabajos de pesca iniciales (tendido de redes) comenzaron a las 06:00 h y regresaban al puerto entre las 09:00 y 11:00 h dependiendo de las condiciones climáticas. El continuo trabajo y la interacción con los pescadores y otros trabajadores permitieron una asociación con la gente de la comunidad en distintos niveles teniendo una respuesta positiva por parte de estos.

Figura 8. Observación participante en zonas de estudio. A) Participación en actividades de pesca en Topolobampo. B) Participación en descargue de pesca en “Playa Norte”, Mazatlán. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Otras técnicas utilizadas fueron las conversaciones informales donde se logró obtener otros detalles de la vida diaria, costumbres de pesca y uso de caballitos de mar. En algunas ocasiones también se utilizó el padrinazgo informal (Hammersley y Atkinson, 2005), que consistió en la intervención de una persona interna o externa para establecer vínculos con una o más personas dentro de la localidad, en este caso la Biól. María del Carmen Gutiérrez Osuna.

Estandarización de los datos obtenidos

La información obtenida de los entrevistados en ambas zonas de estudio fue analizada empleando técnicas cuantitativas. Principalmente se utilizaron estadísticos y herramientas descriptivas (cuadros, figuras, conteos, porcentajes o media aritmética±desviación estándar):

Perfil socioeconómico: Se caracterizó a partir de las respuestas de los participantes el perfil socioeconómico, incluyendo aspectos como el género, rango de edad, nivel educativo, ocupación, si era pescador se les preguntó los años dedicándose

o dedicados (en caso de ser jubilado) a la pesca, y principales especies pescadas. Las respuestas se reportan en frecuencias empleando la siguiente fórmula:

$$Frecuencia = \frac{Número\ de\ veces\ en\ que\ se\ menciona\ la\ respuesta}{Número\ total\ de\ respuestas} x100$$

Esfuerzo de pesca: Se estandarizó el esfuerzo pesquero preguntando a los pescadores acerca de los días mínimos y máximos de pesca por mes, así como el tiempo efectivo de pesca al día y la cantidad de combustible empleado en un día de pesca normal (en caso de desconocer los días que pasaban pescando); los datos se reportan como la media±desviación estándar ($\bar{x}$±s).

Simultáneamente, se les preguntó el tipo de arte que emplean y longitud de ésta, junto al tipo de embarcación, con la finalidad de realizar una caracterización y reportar la frecuencia de uso (%) entre los pescadores con la siguiente fórmula:

$$Frecuencia = \frac{Número\ de\ veces\ en\ que\ se\ menciona\ la\ red}{Número\ total\ de\ respuestas} x100$$

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de caballitos de mar: Se estandarizó la CPUE de caballitos de mar reportados por los pescadores por embarcación por día (lo que significa la extracción de caballitos de mar en un período de 24 h). Si los pescadores reportaron su captura en masa (gramos o kilogramos), se convertirá en un número de caballitos de mar individuales usando una proporción de 165 individuos por kg de caballitos de mar húmedos (1 caballito de mar= 6.1 g; Stocks *et al*., 2019), o 350 individuos por kg de caballitos de mar secos (1 caballito de mar= 4.8 g; Giles *et al*., 2006). Si los pescadores informaron su captura por mes, se convirtió a una estimación diaria dividiendo su volumen de captura informado por el número más alto y bajo de días que informaron de pesca por mes. También se solicitó información del tamaño aproximado de los caballitos de mar pescados. Se obtuvo la CPUE media (promediando los días de pesca)

para cada arte de pesca empleado, así como la CPUE para días mínimos y máximos con la siguiente fórmula:

$$CPUE = \frac{Captura\ total\ (número\ de\ individuos)}{Esfuerzo\ de\ pesca\ (días)}$$

Preferencia de captura, destino, percepción de captura, percepción del estado poblacional y percepción de amenazas actuales: Se preguntó a los pescadores sobre cuáles características consideraba importantes para capturar o retener un caballito de mar, así como información acerca de su destino al ser capturado en las redes y cómo percibía la tasa de captura actual de caballitos de mar con respecto a hace 10 años. Del mismo modo, se solicitó información con respecto a su percepción de la estabilidad de la población actual de los caballitos de mar, así como las principales amenazas a las poblaciones de vida libre de estos animales marinos. Todas las respuestas fueron categorizadas cualitativamente y reportadas en frecuencia de respuesta empleando la siguiente fórmula:

$$Frecuencia = \frac{Número\ de\ veces\ en\ que\ se\ menciona\ la\ respuesta}{Número\ total\ de\ respuestas} x100$$

Cambios en las tallas y tendencias en los precios: Se solicitó a los pescadores información acerca del rango de tamaños en que suelen capturar o retener caballitos de mar, las respuestas fueron categorizadas por tipo de arte de pesca y reportados como μ±σ.

Por otra parte, se les pidió que proporcionaran valores monetarios de los desembarcos de caballitos de mar en los siguientes rubros: por kilogramo de caballitos de mar vivos; por kilogramo de caballitos de mar muertos frescos; por kilogramo de caballitos de mar secos; y por cada caballito de mar fresco o seco. Luego, estos valores se convirtieron a pesos mexicanos y dólares americanos

utilizando una tasa de cambio actual (US $1.00= 20.10 MXN). Los precios se reportan como la como μ±σ en caballitos de mar secos y vivos.

Finalmente, fue solicitado que dieran su punto de vista acerca de cómo perciben el tamaño de los caballitos de mar que capturan o retienen con respecto a los de hace 10 años, del mismo modo para la tendencia en los precios en el mismo rango de tiempo. Las respuestas fueron categorizadas y expresadas en frecuencia empleando la siguiente fórmula:

$$Frecuencia = \frac{Número\ de\ veces\ en\ que\ se\ menciona\ la\ respuesta}{Número\ total\ de\ respuestas} x100$$

Obtención del conocimiento ecológico local de los pobladores acerca de *Hippocampus ingens*: A través de las entrevistas se preguntó a los participantes acerca de su conocimiento de los caballitos de mar en las siguientes categorías:

1. Etnotaxonomía
2. Comportamiento
3. Ecología trófica
4. Reproducción
5. Preferencia de hábitat

Los datos fueron resumidos en cuadros descriptivos usando un modelo de unión de las distintas competencias individuales. Este modelo considera la información de todos los encuestados (ya sea mediante transcripción o interpretación), sin exclusión. Para fines comparativos, se realizó una tabla de “respuestas consensuadas” (cuando más del 50% de los informantes compartieron una respuesta similar a una pregunta determinada) (Ternes *et al*., 2016). Se calculó un nivel de fidelidad de respuesta (F.R.) con la fórmula:

$$F.R. = \frac{Número\ de\ informantes\ que\ citaron\ la\ respuesta\ consensuada}{Número\ total\ de\ informantes\ (n)}\ x\ 100$$

Uso de los caballitos de mar: A través de la información provista por los solicitantes de estos animales marinos, así como con observaciones y participaciones, se obtuvo cuáles eran los principales usos que les daban. Las respuestas fueron categorizadas en tres categorías que incluyen: 1) Medicinal; 2) En artesanías; 3) Religioso, y 4) Mágico. Luego fueron reportadas de acuerdo con la frecuencia de respuesta empleando la siguiente fórmula:

$$Frecuencia = \frac{Numero\ de\ veces\ en\ que\ se\ menciona\ la\ respuesta}{Numero\ total\ de\ respuestas}\ x100$$

Finalmente se realizó una caracterización escrita de las respuestas de los informantes de acuerdo con la categorización anterior y se elaboró un cuadro de comparación cognitiva, donde se comparó el etnoconocimiento con literatura similar publicada (Rosa *et al*., 2010; Marques, 1991).

Análisis estadísticos

Las respuestas de los entrevistados se analizaron empleando estadísticos descriptivos y los resultados fueron presentados como conteos, porcentajes o media aritmética (±desviación estándar). Los análisis estadísticos fueron realizados en el paquete InfoStat ver. 2020 (Universidad Nacional de Córdoba, 2010). Las gráficas fueron diseñadas en el programa GraphPad Prism 8.0. En el Cuadro I se presenta un resumen con las principales variables a analizar, su comportamiento en normalidad y la prueba estadística a realizar.

Cuadro I. Variables para analizar estadísticamente.

Tipo de variable a analizar	Comportamiento de normalidad	Tipo de prueba generada
Artes de pesca	N/A	Xi^2 de homogeneidad de proporciones
Preferencia de captura de caballitos de mar	N/A	Xi^2 de homogeneidad de proporciones
Destino de caballitos de mar	N/A	Xi^2 de homogeneidad de proporciones
Percepción de captura	N/A	Xi^2 de homogeneidad de proporciones
Percepción de talla	N/A	Xi^2 de homogeneidad de proporciones
Percepción de precios actuales	N/A	Xi^2 de homogeneidad de proporciones
Percepción de estado poblacional	N/A	Xi^2 de homogeneidad de proporciones
Tendencia poblacional y edad de los entrevistados	No normal ($p < 0.05$)	Kruskal-Wallis y pruebas de comparaciones múltiples *post-hoc*
Amenazas a las poblaciones de vida libre	N/A	Xi^2 de homogeneidad de proporciones
Esfuerzo pesquero (Días máximos y mínimos de pesca, horas efectivas de pesca)	Normal ($p \geq 0.05$)	Análisis de la varianza y pruebas múltiples de medias Tukey
Captura por Unidad de Esfuerzo promedio (CPUE)	No normal ($p < 0.05$)	Kruskal-Wallis y pruebas de comparaciones múltiples *post-hoc*
Talla estimada de ejemplares capturados	No normal ($p < 0.05$)	Kruskal-Wallis y pruebas de comparaciones múltiples *post-hoc*
Precios reportados en venta de organismos secos y vivos	No normal ($p < 0.05$)	U-Mann Whitney

Los datos obtenidos sobre los artes de pesca, la preferencia de captura de caballitos de mar, el destino de caballitos de mar, la percepción actual de captura, talla, precios actuales, estado poblacional y amenazas a las poblaciones de vida libre de caballitos de mar por los pescadores fueron evaluados con pruebas de Xi^2 de homogeneidad de proporciones (α=0.05). Esta prueba tiene la finalidad de conocer si la distribución de las variables obtenidas difiere en las dos poblaciones de estudio de las cuales se obtuvieron las muestras (Ojeda *et al*., 2013).

Para los datos del esfuerzo pesquero en días mínimos, máximos y horas efectivas de pesca se realizó una prueba de normalidad, arrojando que los datos siguen una distribución normal ($p>0.05$). Por lo tanto, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía para determinar si existían diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre las distintas artes de pesca reportados en ambos lugares de estudio, en caso de ser detectadas se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de Tukey para estimar cuáles medias eran diferentes ($\alpha=0.05$) (Berenson *et al*., 2017).

Del mismo modo, se realizó una prueba de normalidad para la Captura por Unidad de Esfuerzo promedio (CPUE), mostrando que los datos no siguen una distribución normal ($p<0.05$). Posteriormente, se procedió a realizar una prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$) con la finalidad de determinar si existían diferencias significativas entre la CPUE de los caballitos de mar/embarcación/día en ambas zonas de estudio. Esta prueba no paramétrica es análoga a la prueba paramétrica ANOVA de una vía, en ésta se estima si tres o más muestras independientes provienen o no de la misma población (Ojeda *et al*., 2013). En caso de detectarse se realizaron pruebas de comparaciones múltiples *post hoc* para análisis de la varianza no paramétrica y estimar cuáles medias eran diferentes.

Para las tallas reportadas por los entrevistados, se realizó en primer lugar la prueba de normalidad, resultando que estos datos no seguían una distribución normal ($p<0.05$). Con ello, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$) para determinar si existían diferencias significativas entre las tallas estimadas de los caballitos de mar por tipos de artes de pesca en ambas zonas de estudio, en caso de detectarse se realizaron pruebas de comparaciones múltiples *post hoc*.

En cuanto a los precios reportados por los pescadores, se estimó el rango con el límite mínimo y máximo, así como la media ± desviación estándar. A esta última se le realizó una prueba de normalidad, arrojando que los datos no seguían una distribución normal ($p<0.05$), así pues, para comparar si existían diferencias significativas entre los precios de caballitos de mar secos y vivos entre ambas

zonas de estudio se realizó una prueba no paramétrica de U-Man Whitney (α=0.05), tanto para vendedores directos (pescadores) e intermediarios. Esta prueba es una alternativa no paramétrica a la T-student para comparar estadísticamente si existe una diferencia entre dos muestras independientes (Ojeda *et al*., 2013).

Finalmente, las diferencias significativas entre las tendencias en el estado poblacional de caballitos de mar y la edad de los participantes se verificó con una prueba de Kruskal Wallis, así como pruebas de comparaciones múltiples *post hoc*, una vez que los datos arrojaron ser no paramétricos (prueba de normalidad, $p<0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil socioeconómico

En su mayoría los participantes fueron de género masculino, con edades que oscilan entre los 19 y 70 años ($\bar{x}$= 48 años), con mayor frecuencia de 31 a 60 años. El 98% cuenta con algún grado de educación básica; un 83% de la población tiene un nivel educativo medio-alto (por encima de la escuela media). El 90% se dedica a la pesca con experiencia en la actividad que varía de 21 a 50 años, mientras que el restante 10% se dedica a actividades comerciales relacionadas con la pesca o actividades del hogar. Los pescadores se encuentran en su mayoría organizados localmente en cooperativas que autorregulan su actividad en la bahía y otras zonas de pesca en el mar (Cuadro II). El 98% mencionó que han capturado u observado caballitos de mar entre los distintos tipos de artes de pesca utilizados.

Cuadro II. Perfil socioeconómico de los participantes en el estado de Sinaloa.

	Número de entrevistados	**Frecuencia (%)**
Género (n= 112)		
Femenino	3	2.67
Masculino	109	97.33
Rango de edades (n= 112)		
11-20	1	0.89
21-30	3	2.67
31-40	28	25.00
41-50	33	29.46
51-60	36	32.14
61-70	11	9.82
Nivel de educación (n= 112)		
Analfabetismo	1	0.89
Primaria	17	15.17
Secundaria	44	39.28

	Número de entrevistados	Frecuencia (%)
Secundaria inconclusa	1	0.89
Preparatoria	41	36.60
Preparatoria inconclusa	7	6.25
Superior	1	0.89
Ocupación (n= 112)		
Pescador	101	90.17
Otro	11	9.83
Años dedicándose a la pesca (n= 106)		
< 10	6	5.66
11-20	14	13.20
21-30	29	27.35
31-40	27	25.47
41-50	25	23.58
> 50	5	4.71
Captura u observación de caballitos de mar (n= 112)		
Sí	110	98.21
No	2	1.79

Principales especies capturadas

Las especies pescadas reportadas en el presente estudio fueron 30 para Mazatlán y 33 en Topolobampo. En el Cuadro III se observan las 10 respuestas con mayor frecuencia (Cuadro III). Para ambos puertos se aprecia que el camarón (*Farfantepenaeus* sp., *Litopenaeus* sp.) es el principal recurso pesquero (70.00% en Mazatlán y 67.07% en Topolobampo) (Figura 9). De acuerdo con Peláez-González (2017), éste representa la pesquería más importante en el litoral del Pacífico, así como del estado de Sinaloa. Asimismo, el autor menciona que la pesquería del camarón en el litoral del Océano Pacífico y sus ecosistemas estuarinos lagunares está constituida fundamentalmente por el camarón blanco

(*L. vannamei*), azul (*L. stylirostris*) y café (*F. californiensis*). Las dos primeras se explotan al inicio de la temporada (septiembre), la cual tiene una duración aproximada de 6-7 meses, mientras que el camarón café se captura casi al final de esta (marzo) (Peláez-González, 2017).

Cuadro III. Frecuencia de respuesta en recursos pesqueros más importantes para los puertos de Sinaloa.

Nombre común	**Nombre científico**	**Frecuencia de respuesta (%)**
Mazatlán (n= 30)		
Camarón	*Farfantepenaeus* sp., *Litopenaeus* sp.	70.00
Sierra	*Scomberomorus* sp.	60.00
Cochito	*Balistes* sp.	53.33
Botete/pez globo	*Sphoeroides* sp.	50.00
Pajarito	*Hyporhamphus* sp.	36.67
Pargo	*Lutjanus* sp.	33.33
Dorado	*Coryphaena* sp.	30.00
Lenguado	Achiridae	26.67
Robalo	*Centropomus* sp.	23.33
Curvina	*Sciaenops* sp.	20.00
Topolobampo (n= 82)		
Camarón	*Farfantepenaeus* sp., *Litopenaeus* sp.	67.07
Cochito	*Balistes* sp.	45.12
Huachinango/Pargo	*Lutjanus* sp.	45.12
Sierra	*Scomberomorus* sp.	40.24
Jaiba	*Callinectes* sp.	40.24
Lisa	*Mugil* sp.	40.24
Botete	*Sphoeroides* sp.	26.83
Jurel	*Trachurus* sp.	25.61
Curvina	*Sciaenops* sp.	18.29
Sardina	*Sardinops* sp.	17.07

Figura 9. Actividades económicas relacionadas con el recurso del camarón. A) Venta de camarón en mercado sabatino de Topolobampo. B) Pesca de camarón en Mazatlán. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Para Mazatlán las especies de escama con mayor frecuencia registradas son la sierra (*Scomberomorus* sp.) (60%), el cochito (*Balistes* sp.) (53.3%), el botete (*Sphoeroides* sp.) (50%) y el pajarito (*Hyporhamphus* sp.) (36.6%) (Figura 10). Estas respuestas concuerdan con lo reportado por Ramírez-Pérez *et al*. (2015) (sierra), Abdo-de la Parra *et al*. (2013) (botete) y Ontiveros-García (2005) (cochito), quienes mencionan que estas especies representan un importante recurso pesquero de alto valor comercial para las pesquerías ribereñas. Del mismo modo, Valdez-Pineda (2006) reporta que en el municipio de Mazatlán se capturan alrededor de 95 especies de escama diferentes, aunque las 10 principales que se pescan y sobre las cuales gira la dinámica comercial del campo pesquero son: sierra (*S. sierra*), cochito blanco (*B. polylepis*), botete (*S. annulatus*), pargo coconaco (*Hoplopagrus guentheri*), pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*), mojarra prieta (*Anisotremus interuptus*), pajarito (*Hyphoramphus unifasciatus*), curvina (*Cynoscion reticulatus*, *C. stolzmanni*), vaqueta (*Epinephelus acanthistius*) y dorado (*Coryphaena hippurus*).

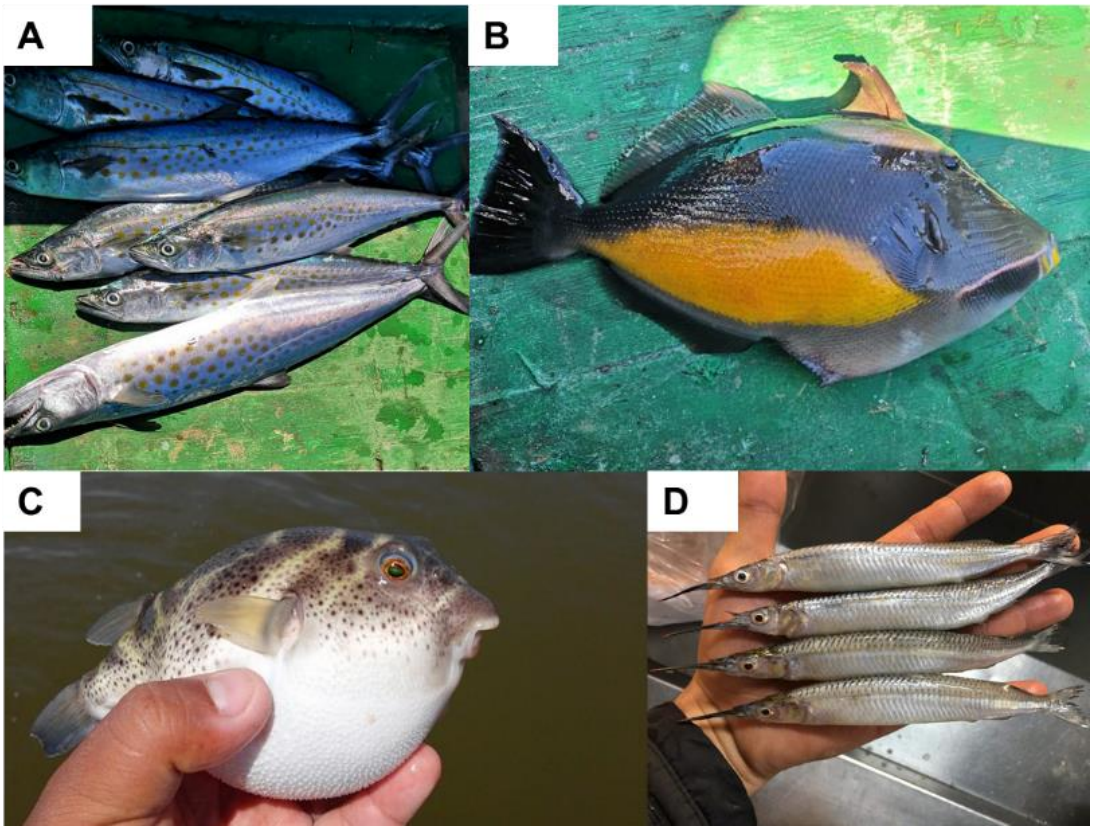

Figura 10. Principales especies de escama capturadas en Mazatlán. A) sierra. B) cochito. C) botete. D) pajarito. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Otras especies que fueron mencionadas por los pescadores ribereños en la zona de Mazatlán fueron: a) Marlín (*Tetrapturus* sp.) (n=2), jurel (*Caranx* sp.) (n=5), lisa (*Mugil* sp.) (n=3), tiburón (Selachimorpha) (n=5), sardinas (Clupeidae) (n=2), rayas (Batoidea) (n=3), lenguado (Achiridae) (n=8), ronco (Haemulidae) (n=5), cabrilla (Moronidae) (n=3), bagre (Ariidae) (n=4), bonito (Scombridae) (n=6), pez vela (*Istiophorus* sp.) (n=2), estrellas de mar (Asteroidea) (n=6), esponjas (Porifera) (n=1), chopas (Kyphosidae) (n=2) y langosta (*Panulirus* sp) (n=4).

Para Topolobampo, los pescadores ribereños mencionaron: cochito (*Balistes* sp.) (45.1%), pargo (*Lutjanus* sp.) (45.1%), sierra (*Scomberomorus* sp.) (40.2%) y jaiba (*Callinectes* sp.) (40.2%) (Figura 11). De acuerdo con INAPESCA (2017) en la región se cuenta con permisos para la captura de jaiba (*Callinectes* sp.) y

camarón azul (*L. stylirostris*), que son su sustento primario; y de forma secundaria se extrae el pargo mulato (*L. argentiventris*) y el coconaco (*Hoplopagrus guentheri*), así como: lisa (*M. curema*), botete (*S. annulatus*), cochito (*Balistes* sp.), el robalo (*Centropomus nigrescens*), la mojarra (*Diapterus peruvianus*), la curvina (*Cynoscion*sp.) y la raya (*Dasyatis brevis*).

Figura 11. Principales especies marinas pescadas en Topolobampo después del camarón. A) Jaiba. B) Cochito. C) Pargo o huachinango. D) Sierra. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Entre otras especies mencionadas por los pescadores ribereños, así como los de altamar en el puerto de Topolobampo se encuentran: ostión (Ostreidae) (n=1), tiburón (Selachumorpha) (n=4), robalo (*Centropomus* sp.) (n=14), lobina (*Micropterus* sp.) (n=1), calamar (Loliginidae) (n= 6), anchovetas (*Anchovia* sp.) (n=1), rayas (Batoidea) (n=14), lenguado (Achiridae) (n=5), mojarra amarilla (*Diapterus peruvianus*) (n=8), mojarra prieta (*Eucinostomus entomelas*) (n=3), lupón (*Scorpaena sonorae*, *S. mystes*) (n=2), ronco (Haemulidae) (n=1), chopa (*Chaetodon humeralis*) (n=1), cabrilla (*Paralabrax maculatofasciatus*) (n=2), estrellas de mar (Asteroidea) (n=12) y esponjas (Porifera) (n=1).

Caracterización de las artes de pesca y embarcaciones

El estudio solo tomó en cuenta las primeras seis, ya que por la naturaleza del arte de pesca se capturaban caballitos de mar de manera incidental y/o directa, mismas que fueron caracterizadas de acuerdo con las especificaciones proveídas por los pescadores, así como de las observaciones registradas (Cuadro IV). Algunos de los pescadores entrevistados utilizaban simultáneamente dos diferentes tipos de artes de pesca (red de enmalle-aros trampa, red de enmalle-piola, red de enmalle-atarraya) con la finalidad de eficientizar el uso de combustible y tiempo dedicado a la actividad. En cuanto a la unidad de pesquería se identificaron dos tipos de embarcaciones: mayores (eslora mayor a 20 m) y menores (eslora inferior a 10.5 m).

Los pescadores ribereños operan embarcaciones menores (6-7 m) impulsadas por motores de gasolina, trabajando solos o en grupos de tres personas; por otra parte, los pescadores de camarón de altamar utilizan embarcaciones mayores (20-24 m) impulsadas por motores de diésel, con personal de hasta ocho individuos. Las profundidades a las que se pescaba normalmente variaban de los 0 a 7 m y hasta los 120 m en embarcaciones menores y mayores, respectivamente. Los sustratos en los que se realizan las actividades pesqueras en su mayoría se encuentran compuestos por arena, lodo, macroalgas, pastos marinos y arrecifes rocosos.

Figura 12. Artes de pesca que implementaban redes. A) Red de chinchorro. B) y C) Red de arrastre en buque camaronero. D) Aros trampa para jaiba. E) Pescadores empleando suripera. F) Pescador empleando atarraya. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

En cuanto a preferencia de pesca, la mayoría de los pescadores mencionaron especies particulares como camarón, jaiba, sierra o pargos, pero que generalmente se quedaban con lo que capturaban (76.8%, n=112).

Se logró entrevistar a tres personas que buscaban directamente caballitos de mar, los cuales empleaban equipo básico de buceo libre (visor y tubo respirador). Mencionaron que pasaban hasta tres horas realizando la actividad entre los manglares, arrecifes rocosos, macroalgas y zonas con poca profundidad en general (1-3 m).

Cuadro IV. Caracterización de las principales artes de pesca y embarcaciones empleados en los principales puertos de Sinaloa.

Tipo de arte	N	Objetivo	Descripción	Modo de operación	Profundidad	Embarcación	Número de personal
Red de enmalle	53	Escama, camarón	Chinchorros de línea con luz de malla mínima de 63.50 mm (2½ pulgadas) y longitud de 200 a 300 m; encabalgado de entre el 50 y 70%. Presentan boyas para localizar la red.	Son operados por la noche o al amanecer. Los pescadores anclan un extremo de la red y posteriormente lanzan el resto avanzando en línea recta. Son de fondo y se dejan tendidas en promedio de 10 a 12 horas en la zona de pesca.	7 m	Embarcación menor: 6-7 m de eslora. Con motor de gasolina de 45 a 60 HP	2-3
Red de arrastre camaronera	32	Todas las especies, dirigidas a captura de camarón	Red cónica formada por un cuerpo de 2 a 4 paneles, cerrado por un copo y con alas laterales que se extienden hacia delante desde la abertura. La longitud de Luz de malla no mayor a 2 in y 1½ in en el bolso; presenta dispositivos Excluidores de tortugas y de peces. La relinga superior no excede los 36.57 m.	La red es arrastrada por el fondo mientras el barco viaja a lo largo de la superficie. La red se levanta y se vacía de 2 a 4 veces al día con una duración de 2 a 4 horas bajo el agua.	4-120 m	Embarcación mayor: 21-24 m de eslora. Con un motor de diésel de 350 a 450 HP.	6-8
Aros trampa	32	Jaiba	Aros metálicos de 50-80 cm de diámetro, cubiertos con malla de chinchorro con una luz de 7.5 a 8 mm. Presenta una boya en el extremo superior.	Los aros se lanzan al mar y quedan suspendidos como canastas, las cuerdas de nylon unidas a la boya sirven para localizar el aro y subirlo a bordo de la embarcación. Se les coloca carnada de lisa o calamar, amarrada en el	2-4 m	Embarcación menor: 6-7 m de eslora. Con motor de gasolina de 45 a 60 HP	1-2

				centro del aro. Cada embarcación opera de 40 a 60 aros, los cuales se colocan en el agua siguiendo una línea imaginaria a una distancia de 5 a 6 metros entre cada aro y se dejan de 45 min a 1 h.			
Atarraya	18	Camarón, Escama, Calamar	Presentan una longitud no mayor a 6 m. Luz de malla mínima de 37.5 mm (1½ pulgadas). Incluye pesas plomadas en todo el perímetro para permitir el hundimiento de la red.	El pescador se aduja en el hombro y brazos para realizar el lance. Al arrojarla se extiende hasta formar un círculo casi perfecto al caer al agua. Posteriormente se espera a que llegue al fondo, posibilitando que la captura objetivo queden atrapados en la superficie de acción de la red. Se recupera jalando la guindaleza (que está unida a la muñeca del pescador) una vez que la red asentada en el fondo; se une toda la relinga de pesas impidiendo el escape de los organismos.	4-7 m	Embarcación menor: 6-7 m de eslora. Con motor de gasolina de 45 a 60 HP	1-2
Suripera	11	Camarón, Escama, Calamar	Presentan una altura máxima de 6 m, con luz de malla mínima de 1½ in (31.75 mm), sin embargo, varía de ¾ a 1 in (19 y 25.4 mm, respectivamente).	Se cala la red desde la embarcación y se deja a la deriva sobre el fondo a favor de la corriente. Cuando hay viento suficiente, se usa una vela para que la embarcación derive y arrastre la relinga	4-7 m	Embarcación menor: 6-7 m de eslora. Con motor de gasolina de 45 a 60 HP	2-3

				sobre el fondo y capture a los organismos en su paso. Cuando la corriente es suficiente la vela se invierte y se coloca debajo del agua para que la embarcación sea remolcada. Los tiempos de operación van de 1 a 4 h.			
Equipo de buceo libre	3	Moluscos, peces de ornato, incluyendo hipocampos	Los buscadores llevan equipo básico de buceo libre: máscara y tubo respirador.	Los organismos se colectan a mano o con ayuda de redes. Se guardan en bolsas de malla (para el caso de moluscos) o en contenedores de plástico. La práctica se realiza de dos a tres horas.	0-3 m	N/A	1-2

De acuerdo con la Secretaría de Pesca y Acuacultura del estado de Sinaloa (2017), de las 62 comunidades pesqueras, Mazatlán y Topolobampo destacan como las más importantes. Del mismo modo, éstas poseen el mayor número de embarcaciones a nivel nacional con 12 668 unidades registradas, de las cuales el 93.3% (11 828 embarcaciones) se dedican a la pesca ribereña y 6.6% (840 embarcaciones) a la pesca de altamar, exclusivamente de camarón. Según la INAPESCA (2012), los barcos son mayores a 20 años, sin embargo, los valores de eficiencia técnica estimados para la flota son altos (aproximadamente 80%). Es importante mencionar que la alta productividad física se debe a un proceso acumulativo de conocimiento y habilidades de los participantes en esta pesquería (Cabrera y González, 2005).

En general la información obtenida y proveída por los pescadores concuerda con lo registrado por INAPESCA (2012), que registra embarcaciones mayores de entre 18 a 25 m de eslora y motores de 240 a 624 HP, con una capacidad superior a 10 tons de registro bruto, equipada con dos redes de arrastre con excluidores de tortugas y peces, operando entre los 8 y 100 m de profundidad. La tripulación está constituida por el patrón o capitán del barco, un motorista, ayudante de motorista, un cocinero y dos o tres marineros, cuyo salario está de acuerdo con la captura obtenida en la temporada.

Las embarcaciones menores que operan en zonas ribereñas son de 6.7 a 7.6 m de eslora. Presentan motor de gasolina fuera de borda con capacidad de hasta 115 HP, que operan normalmente de hasta los 8 m, pero pueden alcanzar hasta los 30 m en profundidad. La tripulación se constituye de hasta seis tripulantes, sin embargo, la actividad común es con dos participantes (INAPESCA, 2012). El uso de las artes de pesca varía de acuerdo con la especie objetivo y estacionalidad del recurso pesquero.

Artes de pesca reportados por zona de estudio

Para Mazatlán se reportan 4 artes de pesca: Atarraya, red de enmalle, red de arrastre camaronero y equipo de buceo libre (Figura 13). De acuerdo con la prueba de Xi^2 no existe similitud entre las proporciones de las frecuencias de uso de artes de pesca, ya que la red de arrastre presenta el mayor porcentaje (43.3%), seguido de enmalle y atarraya (30% en ambos tipos) (Xi^2=9.50, p<0.0233).

A su vez, para Topolobampo se mencionaron 6 distintos tipos de artes de pesca: aros trampa, atarraya, red de enmalle, red de arrastre camaronero, red suripera y equipo de buceo libre (ver Figura 13). Del mismo modo, la prueba de Xi^2 mostró que no existe una similitud entre las proporciones de artes de pesca usadas, en este caso la de mayor frecuencia fue la red de enmalle (44%), seguido de aros trampa (41.6%) y redes de arrastre camaronero (24.7%) (Xi^2=47.04, p<0.0001). Esto se puede deber principalmente a la menor cantidad de buques camaroneros presentes en la zona (47) en comparación con mayor presencia de embarcaciones menores que pescan empleando distintos artes de pesca, además es importante considerar la temporada de veda, ya que durante los meses de investigación no estaba permitida la pesca de camarón, pero si la de jaiba y otras especies de peces.

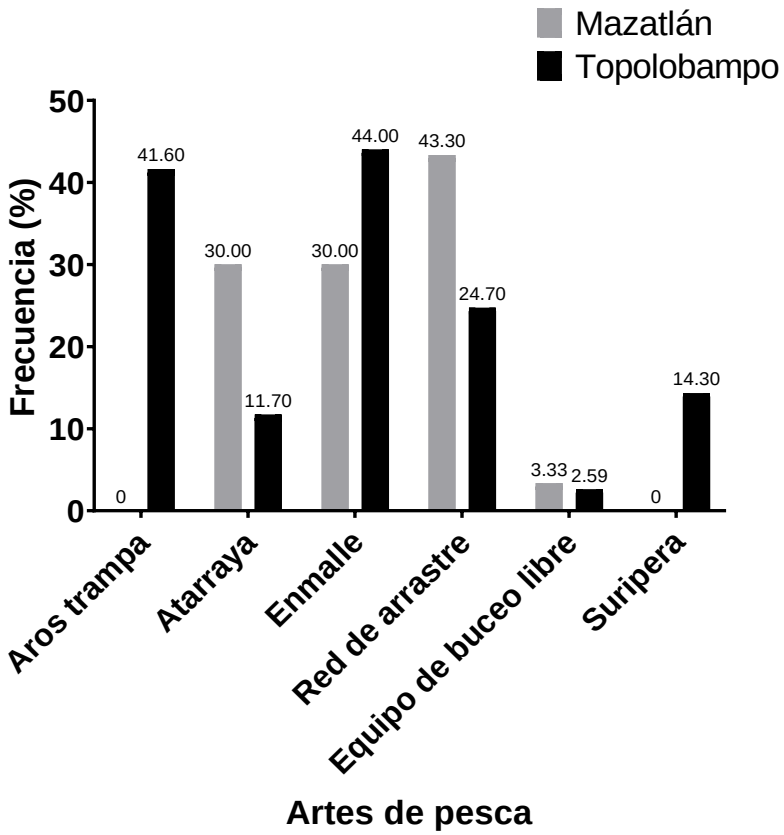

Figura 13. Frecuencia de respuesta para las artes de pesca reportados en Mazatlán (n= 30) y Topolobampo (n= 77).

De acuerdo con SADER (2019) las embarcaciones mayores en el estado de Sinaloa para la pesca de camarón en altamar están equipadas con dos redes de arrastre (con excluidores de tortugas y peces). Estas están formadas por una bolsa cónica que se abre al ser remolcada gracias a una línea de flotadores en su borde superior, otra de plomo en el inferior y un par de portalones a los costados, los diseños de redes más usados en el Pacífico son: balón, semibalón, hawaiana, mixto y voladora.

Por otra parte, las embarcaciones menores emplean distintos tipos de artes de pesca dependiendo de la especie objetivo y la zona de pesca. En aguas protegidas (por ejemplo en Topolobampo) las más utilizadas para capturar múltiples especies

de acuerdo con su disponibilidad y/o estacionalidad son atarrayas lomeras, suriperas o dragonas, chinchorros de líneas (enmalle), redes de arrastre tipo “chango” (Chávez-Herrera *et al*., 2016); mientras que en las artes de pesca más específicas diseñadas para capturar una sola especie predominan los aros trampa (aros metálicos de 50 cm de diámetro cubiertos con malla de chinchorro), diseñados para capturar jaibas (Ortega-Lizarraga *et al*., 2020). Por otra parte, en zonas con mar abierto (en su caso, Mazatlán) se opta por utilizar redes multiespecies como chinchorros de línea (enmalle) y atarrayas; también se encuentran artes inespecíficas, siendo palangres, piola, caña de pescar y trampas para langosta las más utilizadas (Fernández *et al*., 2011).

Estandarización del esfuerzo pesquero

El esfuerzo de pesca en Mazatlán para los distintos tipos de artes varía en un mínimo de 5 a 19 días, con un máximo de 10 a 25 días. De acuerdo con el análisis normal de varianza (ANOVA) ($p \leq 0.050$) se detectaron diferencias significativas entre las medias del esfuerzo pesquero dependiendo del tipo de arte de pesca utilizado, siendo la atarraya, las redes de arrastre camaronero y redes de enmalle los que presentaron mayores valores (Cuadro V); estos tipos de artes se desplegaron durante un número similar de días al mes, con un mínimo de 18-19 días ($F=28.01$, g.l.=3, $p<0.0001$) y un máximo de 23-25 días ($F=34.50$, g.l.=3, $p<0.0001$) por mes. En cuanto al tiempo dedicado de pesca efectiva, los rangos varían de 3 a 11 horas ($p<0.0001$); los pescadores que emplean redes de arrastre camaronero pasan más tiempo pescando activamente.

En Topolobampo se determinó un esfuerzo de pesca que varía de un mínimo de 2 a 20 días y un máximo de 6 a 25 días. El esfuerzo pesquero fue similar para los aros trampa, atarraya y redes de enmalle ($p\leq0.050$) (ver Cuadro V); estos tipos de artes se utilizan durante un número similar de días al mes, con un mínimo de 19-20 días ($F= 29.66$, g.l.= 5, $p < 0.0001$) y un máximo de 25 días ($F=101.2$, g.l.=5,

p<0.0001) por mes. Para el tiempo dedicado de pesca efectiva, los rangos varían de 2 a 8 horas (F=20.49, g.l.=5, p<0.0001); los pescadores que emplean redes de arrastre camaronero pasan más tiempo pescando activamente (p<0.0001).

Cuadro V. Esfuerzo pesquero de las artes de pesca reportadas en Mazatlán y Topolobampo.

Tipo de arte	Mínimo de días de pesca	Máximo de días de pesca	Horas de pesca efectiva
Mazatlán			
Atarraya (n= 9)	18.00±2.74 ^{a}	23.67±2.40^{a}	4.67±0.87^{b}
Enmalle (n= 9)	19.29±1.89 ^{a}	25.43±2.23 ^{a}	5.72±0.75^{b}
Red de arrastre camaronero (n= 13)	19.23±2.89^{a}	25.62±2.69 ^{a}	11.04±2.20^{a}
Equipo de buceo libre (n= 3)	5.00±1.00^{b}	10.33±1.53^{b}	3.00±1.0^{b}
Topolobampo			
Aros trampa (n= 26)	20.05±3.15^{a}	25.73±1.73^{a}	4.44±0.60^{cd}
Atarraya (n= 9)	19.80±3.19^{a}	25.38±0.74^{a}	5.05±0.76^{bc}
Enmalle (n= 42)	19.62±2.80^{a}	25.89±1.26^{a}	5.68±1.42^{b}
Red de arrastre camaronero (n= 19)	11.88±3.34^{b}	19.47±2.89^{b}	8.03±1.51^{a}
Suripera (n= 7)	10.80±2.57^{b}	15.73±1.49^{c}	6.14±0.75^{b}
Equipo de buceo libre (n= 2)	2.33±0.57^{c}	6.50±0.71^{d}	2.67±0.57^{d}

Letras distintas indican diferencias significativas determinadas por la prueba múltiple de media de Tukey ($p < 0.05$)

De acuerdo con el INAPESCA (2012), durante la temporada de pesca (seis meses) para embarcaciones mayores que emplean redes de arrastre, las operaciones de captura se realizan en dos a cuatro viajes por temporada, las 24 horas del día, con lances continuos de 3 a 4 h de duración promedio. Esto puede variar de acuerdo con la disponibilidad del recurso pesquero, combustible, condiciones climáticas y estado físico de la embarcación.

En cuanto a las embarcaciones menores, esta pesquería se caracteriza por mantener actividad continua a la flota pesquera, durante todo el año de lunes a

sábado, con un promedio de 6 h al día, aunque aumentan el esfuerzo en la época seca con hasta 8 h (INAPESCA, 2012), obteniendo capturas abundantes que llegan a saturar los mercados; frente a condiciones ambientales, carencia de equipo-combustible y temporalidad del recurso pesquero, la continuidad de las actividades se puede ver afectado (Morán-Angulo y Flores-Campaña, 2015).

Estandarización de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

Se encontró que el 96% de los entrevistados informaron haber capturado caballitos de mar de manera incidental, mientras que solo el 4% lo hacía directamente (Figura 14). Aquellos que los capturaron incidentalmente utilizaban redes de arrastre camaronero (29%), aros trampa (23%), atarrayas (16%), suriperas (6%) y redes de enmalle (chinchorros de línea) (46%). Ninguno de los informantes mencionó que los caballitos de mar representaban fuente importante de sus ingresos, sin embargo, la venta de estos representaba un aporte económico adicional.

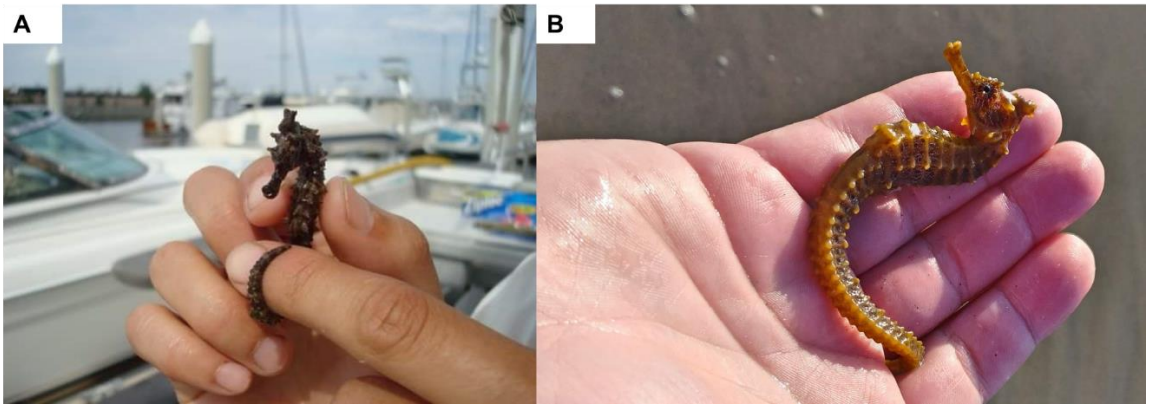

Figura 14. Muestra de caballitos de mar vivos capturados de manera directa. A) Ejemplar mostrado por pescador en Topolobampo. B) Caballito de mar capturado en Mazatlán. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

La CPUE promedio fue significativamente diferente según la prueba de Kruskal-Wallis entre las artes de pesca para Mazatlán ($H=21.90$, $p<0.05$) y Topolobampo ($H=76.27$, $p<0.05$), donde se determinó en un valor mínimo y máximo de 0.07 a

2.25 caballito de mar/embarcación/día (Cuadro VI). De acuerdo con las pruebas de comparaciones múltiples *post hoc*, la CPUE de los caballitos de mar en Mazatlán fue mayor entre los pescadores que utilizan equipos de buceo libre (búsqueda directa) y redes de arrastre camaroneras; mientras que para Topolobampo fueron constantes entre el equipo de buceo libre, redes de arrastre camaronero y suriperas ($p<0.05$).

A nivel estatal la estimación se encontraba en un rango de 0.07 a 1.51, y al combinar todas las redes para obtener un CPUE promedio total se calculó en 0.90 caballito de mar/embarcación/día. Se detectaron diferencias significativas entre los artes de pesca reportados ($H=87.67$, $p<0.05$), del mismo modo, se determinó que la búsqueda directa de caballito de mar con equipo de buceo libre, las redes de arrastre camaronera y las suriperas tienen las CPUE´s más altas ($p<0.05$) (Cuadro VI).

Cuadro VI. Captura por unidad de esfuerzo promedio para caballitos de mar en Sinaloa.

Tipo de arte	**CPUE promedio (Caballito de mar/embarcación/día)**		
	Mazatlán	**Topolobampo**	**Estatal**
Red de enmalle	0.26^{b}	0.25^{b}	0.26^{b}
Atarraya	0.28^{b}	0.18^{b}	0.23^{b}
Suripera	-	0.59^{a}	0.59^{a}
Aros trampa	-	0.07^{c}	0.07^{c}
Red de arrastre camaronero	1.04^{a}	1.24^{a}	1.13^{a}
Equipo de buceo libre	2.25^{a}	2.08^{a}	1.51^{a}
Total	**0.96**	**0.74**	**0.90**

Letras distintas indican diferencias significativas determinadas por la prueba múltiple de medias post hoc ($p < 0.05$)

Lo anterior es similar a lo reportado por Lawson *et al*. (2017), quienes calcularon con información de entrevistas a pescadores en distintos puertos del Pacífico y Atlántico mexicano una CPUE promedio de caballitos de mar en México de 1.02

ind./embarcación/día en redes de arrastre (con intervalos de 0.19 a 2.15) y de 0.53 ind./embarcación/día (con intervalos de 0.03 a 3) en redes agalleras.

Los datos del Cuadro VI permitieron estimar el total de desembarco mensual y anual de caballitos de mar, tomando en cuenta el número de embarcaciones reportadas por las autoridades estatales (Secretaría de Pesca y Acuacultura del Estado de Sinaloa, 2017), así como la CPUE promedio calculada y los días de actividad de pesca (Cuadro VII). Se estimó un total de 3 407 486.40 individuos de caballitos de mar, lo que resulta en 30 423.98 kg en peso fresco (112 ind./kg) o 16 382.14 kg de caballitos secos (208 ind./kg).

Cuadro VII. Desembarcos mensuales y anuales de caballitos de mar estimados a nivel estatal en Sinaloa. Fuente: Secretaría de Pesca y Acuacultura del Estado de Sinaloa, 2017.

Tipo de pesca	**No. de embarcaciones**	**Desembarco mensual estimado Individuos (kg)**	**Desembarco anual estimado Individuos (kg)**
Altamar	840.00	14 364.00 (128.25)	86 184.00 (769.5)
Ribereña	11 828.00	276 775.00 (2471.20)	3 321 302.40 (29 654.48)
Total	12 668.00	291 139.00 (2 599.45)	3 407 486.40 (30 423.98)

Según Lawson *et al*. (2017), para mediados del 2000, las capturas incidentales anuales en México se estimaron en 590 a 835 kg (equivalentes a 350 000 individuos), con entre 199 000 y 300 000 caballitos de mar secos por año provenientes de las costas del Pacífico, y 53 000 a 60 000 caballitos de mar secos (125-140 kg) de las costas del Atlántico (Baum y Vincent, 2005). Si bien la estimación del presente estudio es superior a lo reportado por los anteriores autores, es importante recalcar que existe un vacío de más de 15 años en información relacionada a las capturas del género *Hippocampus* debidamente reportadas y/o registradas en México. Desde luego la estimación puede verse

afectada por distintos factores, entre ellos: cambios en la estacionalidad y abundancia de las poblaciones pescadas, cambios en regulaciones y temporadas de veda, estado de la embarcación, costo del combustible, fenómenos climáticos y rentabilidad de la actividad (Fernández *et al*., 2011).

Preferencia de captura de caballitos de mar

La preferencia de captura de caballitos de mar obtuvo 29 respuestas relacionadas en Mazatlán y 74 en Topolobampo. La prueba de Xi^2 ($Xi^2_{Mazatlán}=33.20$, $p<0.05$; $Xi^2_{Topolobampo}=80.50$, $p<0.05$) mostró que no existe una similitud entre las proporciones de las respuestas para la preferencia de caballitos de mar, siendo la más frecuente "Ninguna" (50 y 39% para Mazatlán y Topolobampo, respectivamente), refiriéndose a que retenían a los caballitos de mar con solo aparecer atrapados en las redes sin tomar en cuenta ninguna característica en particular. Entre otras consideraciones informadas estaban el "tamaño", "textura de la piel" y "coloración", pues preferían ejemplares entre los 12 y 14 cm, con la piel lisa o "*sin picos*" (refiriéndose a la falta de apéndices tegumentarios) y con coloraciones más claras (amarillas, rojizas, gris claro o café claro). Los participantes mencionaban que estas características particulares en la morfología del caballito de mar eran por instrucciones o comentarios de los potenciales compradores, los cuales pagaban precios más altos en ejemplares frescos o secos con dichas características. Solamente una pequeña proporción de los entrevistados mencionaron regresar al mar a aquellos caballitos de mar en estado grávido que habían quedado atrapados en las redes (3% en Mazatlán y 2% en Topolobampo), o quedarse con aquellos que estén muertos durante la revisión de las redes (Figura 15).

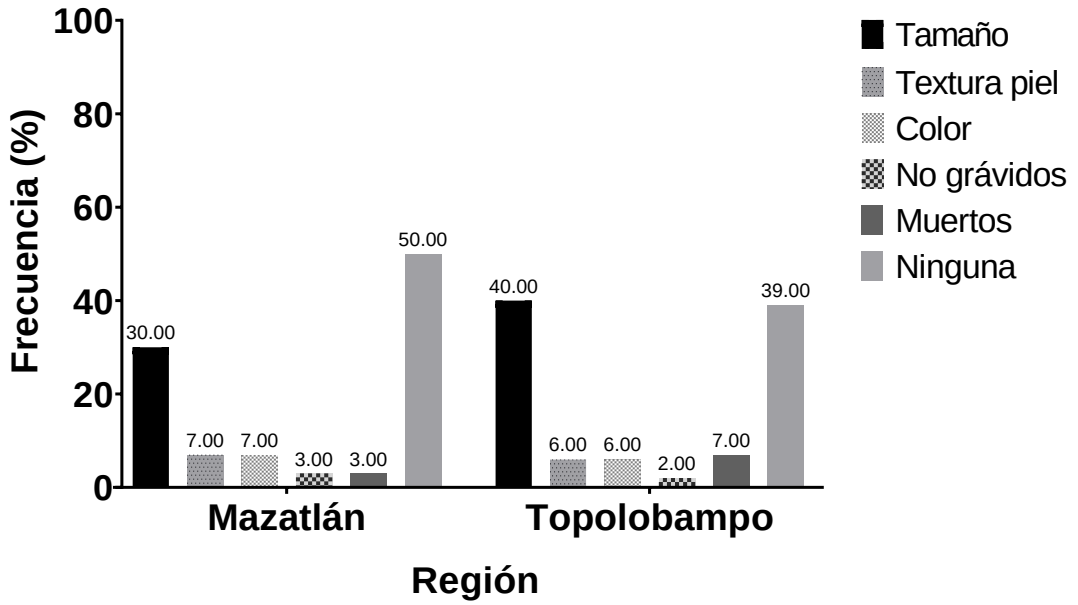

Figura 15. Frecuencia en respuestas para la percepción de preferencia en caballitos de mar por entrevistados del estado de Sinaloa. Topolobampo n= 74; Mazatlán n= 29. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

La literatura menciona que dentro de los usos que se le dan a los caballitos de mar capturados, particularmente en la medicina local china, aquellos con gran tamaño, sin espinas corporales (Figura 16) y de coloración pálida (Figura 17) son los más preferidos cuando se consumen completos (Chen *et al*., 2021; Vincent, 1996). Sin embargo, el procesamiento de los individuos en polvo elimina la preferencia por estas características (Perry *et al*., 2010), y especies como *H. ingens* se comercializan y exportan a países asiáticos junto con *H. erectus* y *H. reidi* (Vincent *et al*., 2013). Por otra parte, en el comercio de la acuariofilia, los caballitos de mar con coloraciones “amarillas” suelen ser más valiosos que los caballitos de mar “negros” (Kumaravel *et al*., 2012; Vincent, 1996).

Figura 16. Comparación en estructuras tegumentarias de los caballitos de mar. A la izquierda se observa poco desarrollo en las espinas tegumentarias, mientras que a la derecha se aprecia un ejemplar con espinas tegumentarias prominentes. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Figura 17. Caballitos de mar mostrados por un comprador en el mercado Pino Suárez de Mazatlán, se puede observar las distintas coloraciones, desde oscuras hasta más claras. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Destino de los caballitos de mar capturados/retenidos

Los participantes mencionaron con mayor frecuencia que los caballitos de mar que capturaban en sus redes eran “vendidos a compradores” (Figura 18). Los entrevistados en Topolobampo comentaron que los compradores se acercaban al puerto o a las comunitarias preguntando por estos organismos. Debido a la baja aparición en número de individuos dentro de las redes, algunos preferían juntarlos hasta alcanzar de 200 a 500 g de caballitos de mar secos y posteriormente venderlos, del mismo modo tres respondientes comentaron que los vendían junto con “*buches de lenguado*” (refiriéndose al buche de *Totoaba macdonaldi*), ambos eran entregados a los vendedores en cajas de cartón. Por otra parte, en Mazatlán los participantes mencionaron que los caballitos de mar eran entregados a los compradores en pescaderías y mercados (entre ellos el mercado Pino Suárez), sin embargo, se mantienen escondidos a la vista del público general y no son puestos en venta a modo de artesanías o recuerdos como solía hacerse en años atrás. Un entrevistado del mercado Pino Suárez que compraba caballitos de mar a los pescadores mencionó que juntaba a estos animales en costales y bolsas de rafia (Figura 19) y al cabo de tres meses eran empaquetados en caja y enviados a través de paqueterías convencionales (Fedex, Estafeta) a la Ciudad de México a compradores intermedios, donde posteriormente eran exportados a Estados Unidos, Inglaterra, Alemania o China. El mismo entrevistado mencionó que los caballitos de mar se enviaban completos, con frecuencia acompañados con otros organismos (p. ej., estrellas de mar) enlacados para enmascarar el olor (“…*algunos caballitos se barnizan para que no se noten reales y cubran el olor de los otros, están protegidos*…”).

Entre otras respuestas mencionadas en baja frecuencia es que eran usados como decoración en sus hogares, principalmente deshidratados; para acuarios o regresados al mar (ver Figuras 18 y 19). Estadísticamente se presentaron diferencias significativas entre las frecuencias de respuesta de los entrevistados de ambos puertos respecto al uso y destinos de los caballitos de mar capturados,

en ambos casos la venta a compradores fue la respuesta con mayor proporción ($Xi^2_{Mazatlán}$=60.93, p<0.05; $Xi^2_{Topolobampo}$=140.39, p<0.05).

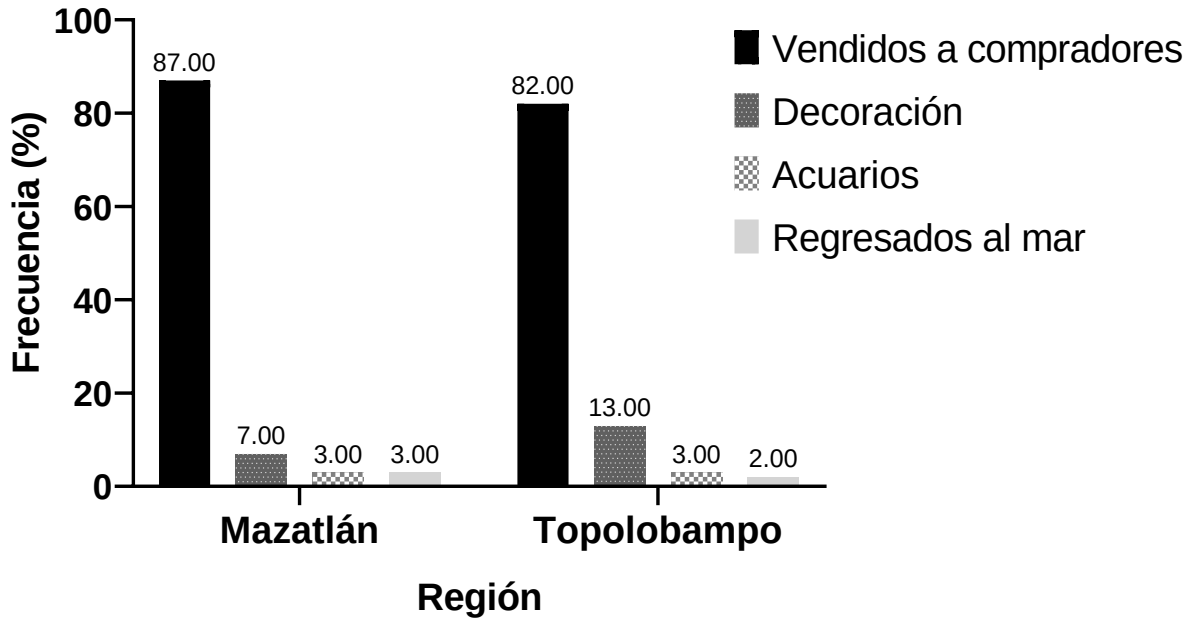

Figura 18. Frecuencia en respuesta del destino de los caballitos de mar capturados y/o retenidos por los participantes en Sinaloa. Topolobampo n= 81; Mazatlán n= 30.

Figura 19. Destinos de los caballitos de mar mencionados por los entrevistados en el estado de Sinaloa. A) Caballitos de mar secos en costales de rafia para almacenamiento y transporte. B) Caballito de mar como artesanía (llavero). C) Caballitos de mar recolectados para venta en acuarios. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

México, después de Perú, tiene el comercio doméstico de caballitos de mar más grande conocido en América, principalmente para su uso en artesanías y medicina popular china, coreana (*hanyak*), japonesa (*kanpo*) e indonesa (*jamu*) (Demunshi y Chung, 2010; Baum y Vincent, 2005). En el presente estudio, se encontró que la venta de estos organismos como curiosidades se ha reducido notablemente, inclusive ha desaparecido en ciudades turísticas como Mazatlán, principalmente por las restricciones impuestas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES. Sin embargo, casos recientes de decomiso (PROFEPA, 2019, 2018, 2017, 2016) y evidencia proporcionada en la presente investigación, destacan el papel importante que juegan las exportaciones ilegales mexicanas en el comercio internacional de caballitos de mar.

Se ha mencionado con anterioridad que los envíos de caballitos de mar requieren un gran espacio para su almacenamiento y transporte. Marín *et al*. (2021) argumentan que a veces van ocultos entre otros mariscos secos o partes de animales (p. ej., piel de ganado), e incluso se han utilizado chiles para enmascarar el olor (Rosen y Smith, 2010). Sin embargo, se han reportado decomisos de polvo de caballitos de mar, que podrían involucran nuevas estrategias empleadas por los traficantes para almacenar y transportar, así como evitar que sean detectados por funcionarios de aduanas (Marín *et al*., 2021).

Percepción actual de la captura de caballitos de mar por pescadores de Sinaloa

Los participantes en ambas zonas de estudio mencionaron que las capturas actuales de caballitos de mar están disminuyendo (Frecuencia de respuesta: 76% en Mazatlán y 59.5% en Topolobampo) (Figura 20). Ente los principales motivos destaca: regulaciones en la pesca ("…*es ilegal pescarlos y venderlos, la marina a veces hace chequeos y si te encuentran con ellos te pueden hasta quitar el bote*…", "…*ya están en peligro de extinción, no podemos venderlos secos como antes, solo tengo de cerámica*..."), sobrepesca ("…*antes, allá por el 2000, cuando trabajamos el camarón salía mucho caballito de mar, salían los 700´s, los 800´s en cada lance, a nosotros en ese tiempo nos lo pagaban a 10 pesos cada caballito*…") y contaminación ("…*están tapando mucho estero para hacer negocios, no sé si viste pero también quieren traer una planta de amoníaco y pues va a traer mucha devastación marina*…"). De acuerdo con la prueba de Xi^2 se presentaron diferencias significativas entre las frecuencias de respuesta de los entrevistados de ambos puertos respecto a su percepción en las capturas de caballitos de mar, en ambos casos la mayor proporción indica una disminución ($Xi^2_{Mazatlán}=24.07$, $p<0.05$; $Xi^2_{Topolobampo}=22.73$, $p<0.05$).

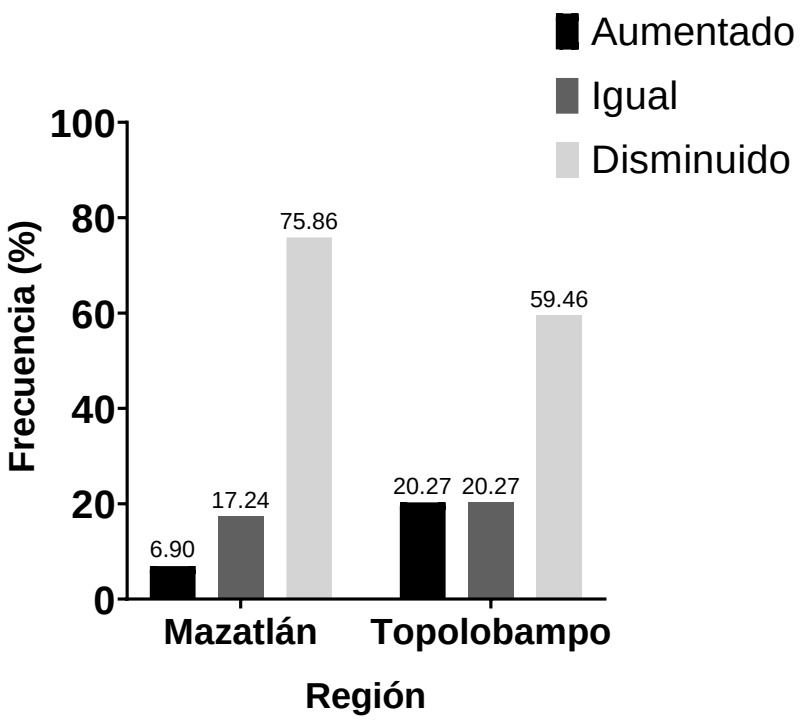

Figura 20. Frecuencia de respuesta para la percepción actual de la captura de caballitos de mar en el estado de Sinaloa. Topolobampo (n= 74); Mazatlán (n= 30).

Diversos autores también han reportado tendencias en la disminución de capturas de caballitos de mar a partir de entrevistas a pescadores, entre ellos se encuentran: Ternes *et al*. (2016) en Brasil; Stocks *et al*. (2019) en Vietnam; Claassens y Harasti (2020) en Suráfrica; Pierri *et al*. (2020) en el Mar Mediterráneo; y Vaidyanathan *et al*. (2021) en India. Las especies estudiadas fueron: *Hippocampus capensisi*, *H*. *guttulatus*, *H*. *histrix*, *H*. *kelloggii*, *H*. *kuda*, *H*. *reidi*, *H*. *spinossisimus* y *H*. *trimaculatus*.

Tallas de caballitos de mar reportados por los pescadores

Los entrevistados estimaron la longitud de los caballitos de mar que capturaron mencionando rangos o dando un valor estimado. En Mazatlán se mencionaron tamaños de entre 10 a 20 cm ($\bar{x}$=14.50 cm), mientras que en Topolobampo los

rangos variaban de 8 a 20 cm ($\bar{x}$=14.53 cm). La longitud media no varió entre los tipos de artes con redes de acuerdo con las pruebas de comparaciones múltiples *post hoc* de la prueba Kruskal Wallis ($p>0.05$), sin embargo, sí se detectaron diferencias significativas para el tamaño de los caballitos de mar que eran extraídos empleando equipos de buceo libre ($p<0.05$) en ambas zonas (Figura 21).

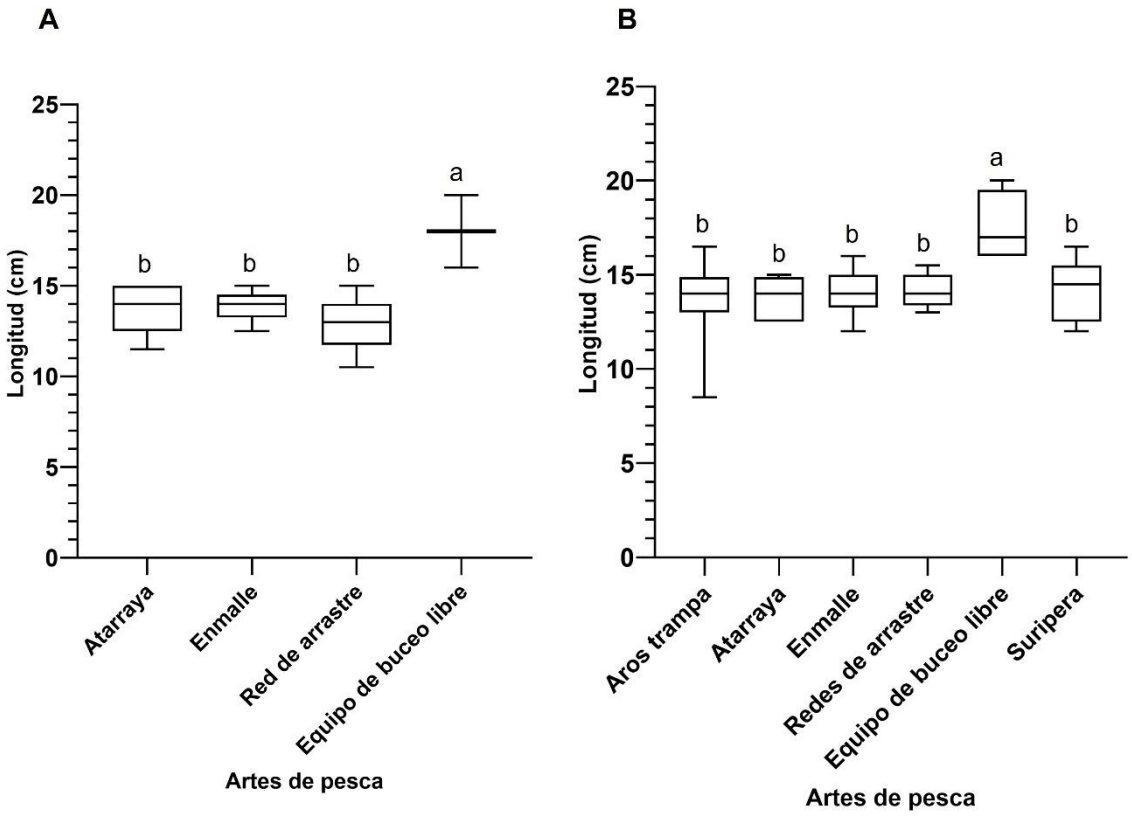

Figura 21. Tallas estimadas de caballitos de mar capturados por pescadores en Sinaloa por artes de pesca. A) Tallas estimada en Mazatlán: Enmalle (n= 9), Atarraya (n=8), Redes de arrastre (n=13), Snorkel (n=2). B) Tallas estimadas en Topolobampo: Enmalle (n=39), Atarraya (n=8), Suripera (n=13), Aros (n= 28), Redes de arrastre (n=19), Snorkel (n=4). Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con las pruebas múltiples de medias post hoc realizadas después de realizar la prueba de Kruskal-Wallis ($p_{Mazatlán}$=0.0112; $p_{Topolobampo}$=0.0299).

La consistencia entre la longitud estimada para los tipos de artes de pesca con redes pudiera explicarse por las regulaciones en el tamaño de luz de malla

impuesto por la INAPESCA (2019), el cual varía de los 76 a los 100.16 mm, aunque puede ser menor en el caso de las redes camaroneras (44.4 a 50.8 mm).

Por otra parte, los participantes que empleaban equipo de buceo libre para la búsqueda de caballitos de mar mencionaron que su destino era vivos para venta en tiendas de acuarios. A pesar de que el proceso de cría en cautiverio para *H*. *ingens* se ha desarrollado satisfactoriamente, el proceso aún resulta muy costoso, tardado y vulnerable a ataque de bacterias, virus y hongos (Vite-García *et al*., 2017), por lo que la preferencia hacia caballitos en vida libre aún representa un negocio rentable. La Figura 22 muestra algunos ejemplos de la talla de caballitos de mar que los compradores mostraron (Figura 22).

Figura 22. Ejemplos de tallas de caballitos de mar. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Percepción de la talla de caballitos de mar capturados por los pescadores

De acuerdo con Lourie *et al*. (2016), la especie *H*. *ingens* puede alcanzar hasta los 31 cm en longitud estándar (cola a coroneta). Para las zonas de estudio se observan frecuencias similares con respecto a la percepción de la talla de caballitos de mar, en general los entrevistados en Mazatlán y Topolobampo

mencionaron con mayor frecuencia que las tallas de los ejemplares capturados o retenidos estaban disminuyendo (n=17/30 y n=40/73, respectivamente) (Figura 23): "…*me acuerdo que antes salían unos caballitos muy grandes, de más de 25 cm, ahora cada vez salen más chiquitos… ya la misma pesca se los está acabando y no los dejan crecer…*". En ninguno de los casos se mencionó que las tallas estuvieran aumentando. De acuerdo con la prueba de Xi^2 no existen diferencias significativas entre las frecuencias de las respuestas de los entrevistados en Mazatlán ($Xi^2_{Mazatlán}$=0.53, p=0.4654), así pues, los participantes perciben por igual que las tallas de los ejemplares capturados se mantienen igual o han disminuido; por otra parte, en Topolobampo si se detectaron diferencias entre las proporciones de las respuestas ($Xi^2_{Topolobampo}$=8.70, p<0.05), observando que los pobladores de esta zona perciben una disminución en las tallas con mayor frecuencia (54%). Si bien el comportamiento en la percepción es similar, los diferentes resultados en las pruebas estadísticas pueden atribuirse a las diferencias en el número muestral, sin embargo, se puede concluir en general que en ambos sitios los entrevistados perciben con mayor frecuencia una disminución en las tallas de los caballitos de mar capturados.

Lo anterior concuerda con lo mencionado por Stocks *et al*. (2019), cuyos participantes en las entrevistas realizadas también mencionaron una disminución en la talla de los caballitos de mar capturados, principalmente la de los reproductores. Tendencias similares fueron reportadas de igual manera por Foster *et al*. (2017), quienes mencionaron una reducción de hasta 44% en la talla de los ejemplares a partir de entrevistas a pescadores.

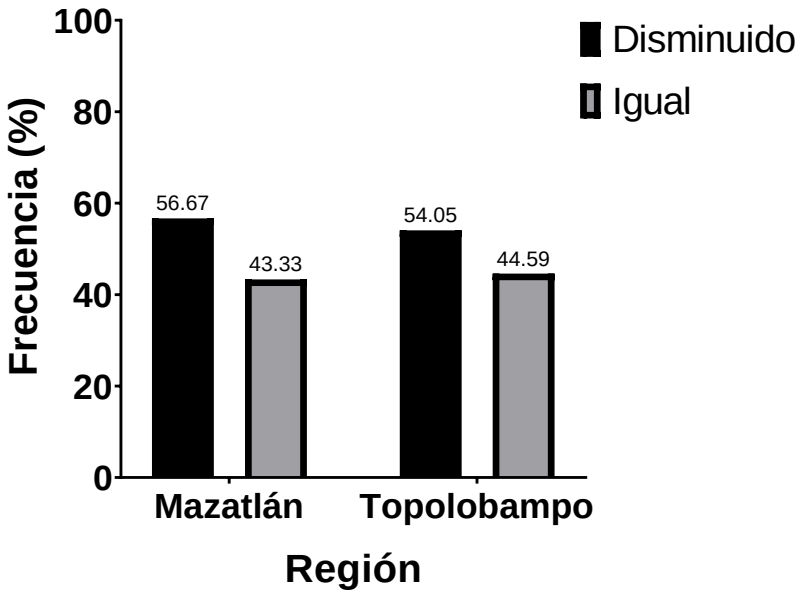

Figura 23. Frecuencia de respuestas en percepción de los pescadores acerca de las tallas de caballitos de mar capturados y/o retenidos. Topolobampo (n= 74); Mazatlán (n= 30).

Tendencias en los precios actuales de caballitos de mar

Los precios pagados por los caballitos de mar varían y aumentan según el: a) nivel del comerciante involucrado (pescadores y vendedores intermediarios) (Cuadro VIII); b) tamaño ("…*los caballitos de mar más grandes se venden más caros, entre 12 o 15 pesos, ya los más chiquitos los agarran en 7 pesos*…"); c) origen (siendo más baratos en desembarques camaroneros y aquellos que son criados en granjas: "…*si buscas caballitos ve al puerto, los changos sacan mucho descarte*…", "…*separo los caballitos que salen entre el descarte, ahí los pongo a secar en la cubierta y los voy juntando… por una bolsa como con 30 caballitos me pagan entre 200 o 300 pesos, depende de la calidad*); d) características y grado de conservación de los especímenes ("…*nos pagan unos pesos más si no están tan oscuros o no tienen picos en el cuerpo, a veces he tratado de hasta quitárselos pero se rompen y ya no son tan atractivos para los compradores…al final se llevan lo que hay, pero regatean el precio*…"); e) además de las dificultades reportadas

para obtener los especímenes, generalmente asociadas con la opinión de los comerciantes sobre lo ilegal del comercio o con la disponibilidad (…*ya no es tan fácil conseguirlos como antes, antes los veías entre los puestos así secos o en adornos… solo se entregan a personas que se conocen y a veces hasta se pelean por ellos*...).

Para la comercialización de caballitos de mar secos (Figura 24), en Mazatlán los pescadores mencionan vender los caballitos de mar entre 5.00 -15.00 pesos (0.24-0.72 USD), mientras que en Topolobampo en 7.00 a 15.00 pesos (0.33-0.72 USD). Se identificaron diferencias significativas mediante la prueba de U Man-Whitney ($W=937$; $p<0.0001$), siendo Topolobampo la zona donde se venden a precios más altos (Cuadro VIII). Los vendedores intermediarios por su parte mencionaron vender los caballitos de mar entre 19 a 22 pesos (0.91-1.05 USD) en Mazatlán y 14 a 29 pesos (0.67- 0.91 USD) en Topolobampo; de acuerdo con la prueba de U Man-Whitney también se identificaron diferencias significativas ($W=10$; $p=0.0095$), siendo Mazatlán el lugar con precios más elevados. De acuerdo con Rosa *et al*. (2011), los precios por caballito de mar seco (*H. reidi*) en Brasil entre el 2005 y 2010 se reportaban entre 0.74 y 0.98 USD por pescadores, mientras que vendedores finales los ofrecían entre 0.13 a 17.59 USD. Por otra parte, en Vietnam Stocks *et al*. (2019) reportaron que los pescadores vendían entre 0.8-1.1 USD por caballito de mar muerto fresco, mientras que los individuos secos eran vendidos entre 0.5-10.8 USD. En general los precios reportados en Sinaloa concuerdan con los de la literatura mencionada, aunque no fue posible entrevistar a vendedores finales; también es importante considerar la variabilidad entre la tasa de cambio actual y la de años anteriores.

Cuadro VIII. Precios reportados por pescadores y vendedores intermediarios para caballitos de mar comercializados en estado seco y vivos en el estado de Sinaloa.

	Pescadores			**Vendedores intermediaros**		
	Precio por caballito de mar seco: MXN (USD)					
	Mínimo	**Máximo**	**Media±DE**	**Mínimo**	**Máximo**	**Media±DE**
Topolobampo	7.00 (0.33)	15.00 (0.72)	12.62±2.58 (0.60±0.12)[a]	14.42 (0.69)	19.23 (0.92)	16.58±2.01 (0.79±0.096)[b]
Mazatlán	5.00 (0.24)	15.00 (0.72)	9.11±2.35 (0.43±0.11)[b]	19.23 (0.92)	21.63 (1.03)	20.43±1.08 (0.98±0.052)[a]
Global	5.00 (0.24)	15.00 (0.72)	11.58±2.98 (0.55±0.14)	14.42 (0.69)	21.63 (1.03)	18.89±2.44 (0.90±0.12)
	Pescadores			**Vendedores finales**		
	Precio por caballito de mar vivo: MXN (USD)					
	Mínimo	**Máximo**	**Media±DE**	**Mínimo**	**Máximo**	**Media±DE**
Topolobampo	600.00 (28.64)	800.00 (38.19)	700.00±141.42 (33.42±6.75)[a]	700.00 (33.42)	1,800.00 (85.93)	1,250.00±532.29 (59.67±25.41)[a]
Mazatlán	400.00 (19.09)	800.00 (38.19)	600.00±200.00 (28.64±9.55)[a]	600.00 (28.64)	2,000.00 (95.47)	1,228.57±555.92 (58.65±26.54)[a]
Global	400.00 (19.09)	800.00 (38.19)	640.00±167.33 (30.55±7.99)	600.00 (28.64)	2,000.00 (95.47)	1,236.36±520.13 (59.02±24.83)

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba de U-Man Whitney.

Caballito de mar seco. Pescadores: $n_{Mazatlán}= 30$; $n_{Topolobampo}= 77$; Vendedores intermediarios: $n_{Mazatlán}= 6$; $n_{Topolobampo}= 4$.

Caballito de mar vivo. Pescadores: $n_{Mazatlán}= 3$; $n_{Topolobampo}= 5$; Vendedores intermediarios: $n_{Mazatlán}= 7$; $n_{Topolobampo}= 4$.

Figura 24. Modalidades de comercialización de caballitos de mar secos. A) Caballitos de mar con laca para hacerlos pasar como falsos. B) Caballitos de mar almacenados en bolsas de rafia dentro del mercado Pino Suárez en Mazatlán, Sinaloa. C) Comercialización de otras especies marinas junto con caballitos de mar. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

En cuanto al comercio de organismos vivos (Figura 25), los pescadores los ofrecían en distintos precios según el color ("…*encuentran más atractivos los de color amarillo o naranja…*") y tamaño ("*los clientes no encuentran atractivos a caballitos de mar pequeños, buscan ejemplares de 12 a 18 cm*…"). Por lo general la actividad era practicada por uno o dos participantes, y buscaban los caballitos en zonas con aguas tranquilas y con presencia de mangles, macroalgas y arrecifes rocosos. Los caballitos de mar capturados eran mantenidos en cubetas de plástico y posteriormente trasladados en hieleras con agua de mar, para luego ser aclimatados en acuarios y vendidos a tiendas de mascotas; personas que eran clientes directos o realizaban encargos de estos ejemplares. Los precios en Mazatlán rondaban entre los 400 a 800 pesos (19.09-38.19 USD) por ejemplar, mientras que en Topolobampo se mencionaron entre 600 a 800 pesos (28.64-38.19 USD). Por otra parte, los vendedores finales ofrecían los ejemplares a un

precio que rondaba entre los 600 a 2 000 pesos (28.64-85.93 USD) en Mazatlán y 700 a 1 800 (33.42-85.93 USD) en la región de Topolobampo. La prueba de U Man Whitney no identificó diferencias significativas entre las zonas de estudio para los pescadores (W=17.50; p=0.3571) y los vendedores finales (W=25; p=0.8970). De acuerdo con lo reportado por Rosa *et al*. (2011), los pescadores en Brasil vendían ejemplares vivos de *H. reidi* a precios que oscilaban los 1.13 a 2.64 USD; dichos costos aumentaban de acuerdo con el tamaño y coloración (siendo los amarillos y rojos los más caros), los vendedores intermediarios y tiendas de mascotas ofrecían sus ejemplares en 5.29 a 23.81 USD. Por otra parte, Stocks *et al*. (2019) mencionan que en Vietnam los pescadores vendían estos animales entre 1.4 a 2.3 USD, si bien el precio es más alto que en México, los autores mencionaban que los pescadores en la zona de estudio se dedican a la pesca directa y comercialización de caballitos de mar, muchos de ellos inclusive obtenían el total o al menos gran parte de sus ingresos de esta actividad.

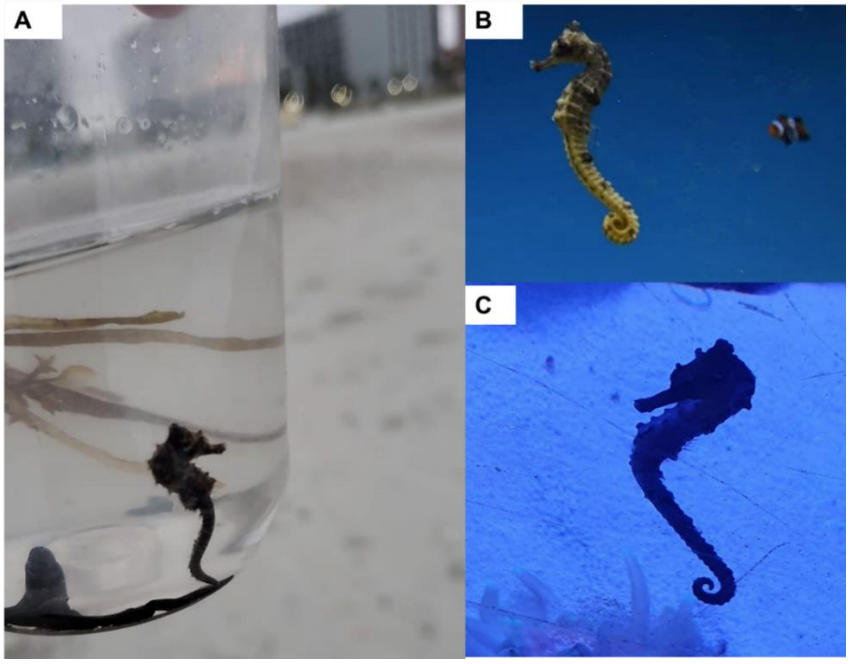

Figura 25. Caballitos de mar vivos destinados al comercio de acuariofilia. A) Ejemplar juvenil capturado frente a las costas de Mazatlán. B) Caballito de mar en tienda de mascotas en Los Mochis, Sinaloa. C) Caballito de mar en tienda de mascotas en Mazatlán, Sinaloa. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

Como se discutió con anterioridad, a pesar de que el desarrollo de protocolos de cría en cautiverio de caballitos de mar (incluyendo *H. ingens*) se encuentra desarrollado (Vite-García *et al*., 2017), la rentabilidad aún no supera a aquella generada por la venta de organismos obtenidos en vida libre. Ante esto un entrevistado mencionó lo siguiente: "…*un caballito de granja se vende en 600 pesos más o menos, y están entre los 6 - 8 cm, ya venderlos más grandes no es costeable por el gasto en luz, agua y alimento, es mucho trabajo pues… los clientes buscan caballitos grandes, y una granja no va a venderte caballitos de más de 12 cm…*", "…*si vas a una tienda de mascotas o algún mercado de peces y te encuentras caballitos de 18-20 cm es 100% seguro que sea sacado del mar, te digo, ninguna granja va a venderte un animal de tal tamaño, tomaría años criar algo así…*".

Percepción en los precios actuales de caballitos de mar

Los entrevistados en ambas zonas mostraron una mayor frecuencia en la respuesta de percepción del aumento de los precios actuales de los caballitos de mar (61.5% en Mazatlán y 83% en Topolobampo). Entre las principales razones que se mencionaron fueron: a) mayor esfuerzo de pesca (n=24/90, "…*hay días que tenemos que pasar más tiempo pescando para sacar el producto, o pescar toda la semana sin descansar…*"); b) inflación (n=19/90, "…*pues es como todo, todo ha subido de precio, comida, redes, gasolina, luz, agua…*); y c) restricciones en captura y venta de caballitos de mar (n=4/90, "*no se pueden capturar o vender, pero muchos se arriesgan a hacerlo*…"). Según la prueba de Xi^2 no se detectaron diferencias significativas entre las frecuencias de las respuestas de los entrevistados en Mazatlán ($Xi^2_{Mazatlán}$=1.38, p=0.2393), a pesar de observar que el 62% de los entrevistados percibían un aumento en los precios actuales de los caballitos de mar (Figura 26), esto se puede atribuir al número de entrevistados en la zona, por lo que el análisis debe tomarse con cautela. En Topolobampo sí se

detectaron diferencias significativas entre las proporciones de las respuestas ($Xi^2_{Topolobampo}$=27.56, p<0.05), observando que los pobladores del lugar perciben con mayor frecuencia un aumento en los precios de comercialización de estos organismos (82%).

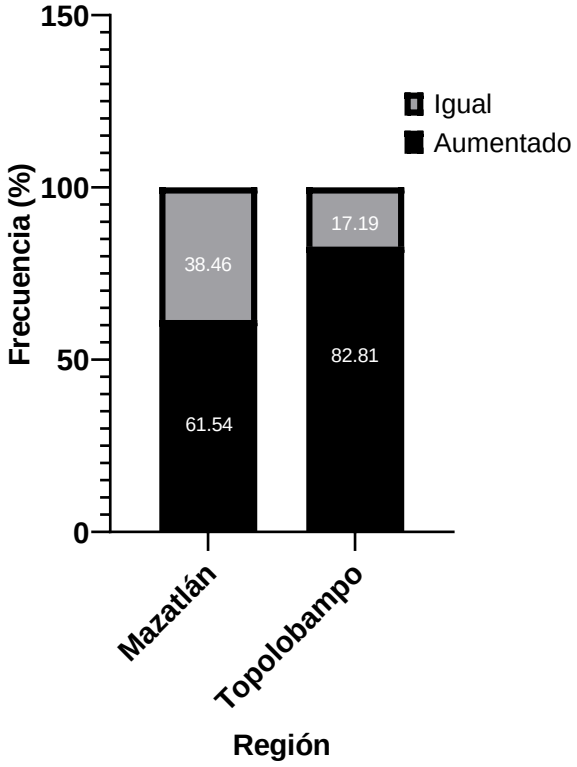

Figura 26. Frecuencia de respuesta en cuanto a la percepción de los pescadores referente a la percepción en los precios actuales de la comercialización de caballitos de mar en el estado de Sinaloa. Topolobampo n= 64; Mazatlán n= 26.

Diversos autores han reportado el aumento en los precios de individuos y cargamentos de caballitos de mar alrededor del mundo, entre ellos se encuentran Lam *et al*. (2014) en China; Foster *et al*. (2017) y Stocks *et al*. (2019) en Vietnam; Kuo *et al*. (2018) en Thailandia; y Vaidyanathan y Vincent (2021) en India. Del

mismo modo, Koning *et al*. (2021) enfatiza la misma tendencia dentro del comercio internacional de organismos vivos para acuarios.

En México no se han reportado tendencias históricas en los precios de *H. ingens*, sin embargo, Bruckner *et al*. (2005) realizando encuestas en mercados turísticos de la costa del Golfo de México encontraron que los caballitos de mar secos se vendían a 65.00 pesos (3.10 USD) como llaveros y a 29.00-35.00 pesos (1.38-1.67 USD) por organismos individuales secos. En todos los casos, el tamaño medio fue de 15 cm para ambos sexos. No se observó la venta de caballitos de mar secos individuales o en artesanías en comercios del estado de Sinaloa durante los meses considerados para el presente estudio.

En cuando al comercio de organismos vivos, Baum y Vincent (2005) reportaron que para hasta ese entonces los intermediarios pagaban a buzos y pescadores entre 20 y 50 pesos (0.95-2.39 USD), quienes a su vez los vendían a mayoristas en la Ciudad de México entre 80 y 90 pesos (3.82-4.30 USD); por último, los acuarios los vendían entre 120 y 400 (12.41 USD en promedio) cuando eran individuos medianos o pequeños, y entre 220 y 600 pesos para los grandes o de color rojo (19.57 USD en promedio). Finalmente, el precio de los caballitos de mar criados en cautiverio fue generalmente más bajo que el de los capturados en la naturaleza y nuevamente el precio de venta fue aproximadamente el doble que el de compra, aunque tenían precios entre 35.00-38.00 USD (ajustados a la inflación actual) para mayoristas y hasta 80.00 USD (ajustados a la inflación actual) para tiendas de mascotas (Baum y Vincent, 2005).

De acuerdo con la información reportada en el presente estudio (ver Cuadro VIII) y lo encontrado en la literatura anteriormente discutida, se puede observar que los precios en la comercialización de *H. ingens*, a pesar de la normatividad vigente en su protección, ha aumentado.

Percepción de la situación actual de *Hippocampus ingens*

Percepción en las poblaciones actuales

Los entrevistados en ambas zonas de estudio percibieron con similitud la abundancia en las poblaciones actuales de caballitos de mar. En Mazatlán un 50% mencionó no haber notado cambios en las poblaciones actuales, mientras que el 46% reportó una disminución; para Topolobampo un 51% siente que las poblaciones se han mantenido igual y un 36% disminuido.

De acuerdo con la prueba de Xi^2 no se determinaron similitudes entre las proporciones de las frecuencias para la percepción en las poblaciones actuales de caballitos de mar ($Xi^2_{Mazatlán}=10.23$, $p<0.05$; $Xi^2_{Topolobampo}=18.18$, $p<0.05$), por lo que se puede mencionar que en ambas zonas se percibe que las poblaciones de vida libre se mantienen igual (Figura 27).

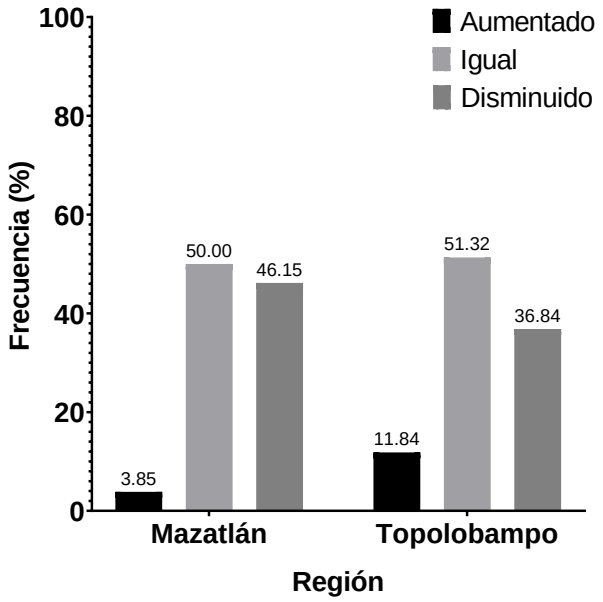

Figura 27. Frecuencia de respuesta de entrevistados referente a la percepción del estado de las poblaciones actuales de los caballitos de mar en el estado de Sinaloa. Topolobampo (n= 102); Mazatlán (n= 27).

Al observar la Figura 27 se puede apreciar una similitud entre las percepciones de igual y disminuido para ambas zonas, por ello, se hipotetizó que las percepciones de cambios en la abundancia variaban según la edad del entrevistado. Por otro lado, en la Figura 28 se muestra la tendencia en la percepción de la situación actual de las poblaciones de vida libre de *H. ingens* según la edad de los participantes (Figura 28), donde se puede apreciar que conforme aumentaba la edad de los entrevistados, estos mencionaban que percibían una disminución en las poblaciones; a pesar de que la prueba de Kruskal Wallis para los participantes en Mazatlán no fue significativa ($H=5.27$, $p=0.0711$) entre las 3 categorías, se puede observar que 13 participantes mayores de 40 años mencionaron una disminución en las poblaciones de caballitos de mar; por otra parte, en Topolobampo si se puede apreciar una diferencia significativa entre las categorías ($H=16.8$, $p<0.05$), con poblaciones en disminución como la más frecuente. De acuerdo con Giglio *et al*. (2015) los pescadores mayores por lo general tienen un conocimiento más experimentado de cambios en la abundancia de organismos marinos. Del mismo modo, Ternes *et al*. (2016) observaron tendencias similares entre la edad y el tipo de percepción (disminución) en la abundancia de caballitos de mar por *jangadeiros*[1] en Brasil.

[1] Llamados así porque manejan una balsa de madera de siete metros de largo llamada "*Jangada*", un barco de pesca tradicional utilizado en las comunidades costeras del noreste de Brasil.

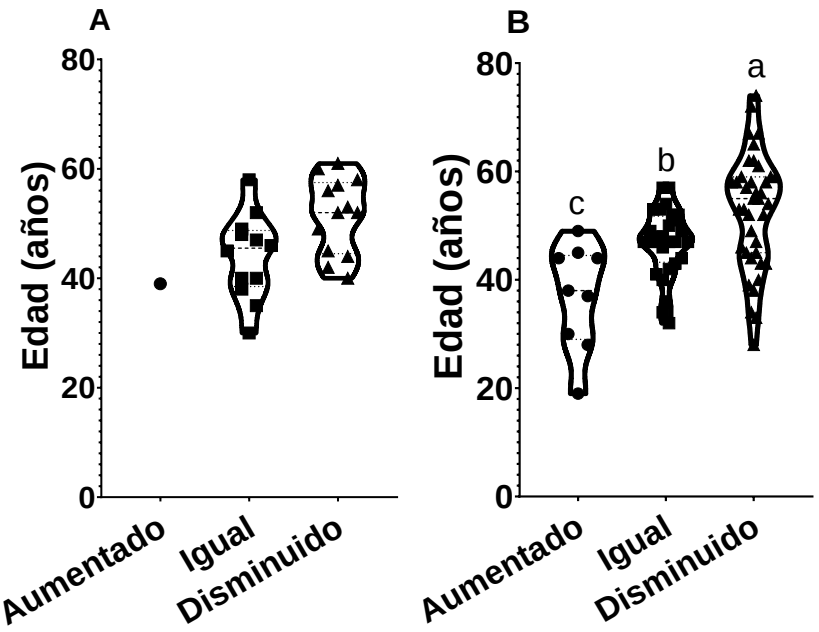

Figura 28. Tendencias en la percepción poblacional de caballitos de mar según la edad de los entrevistados en Sinaloa. A) Tendencias en Mazatlán (n=30). B) Tendencias en Topolobampo (n=76). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0.05$) de acuerdo con las pruebas múltiples de medias post hoc realizadas después del análisis Kruskal-Wallis.

Percepción de las amenazas actuales a las poblaciones de vida libre

Las amenazas hacia las poblaciones en vida libre del caballito de mar son variadas. La pesca directa e incidental tiene un efecto mayor y constante derivado de la demanda internacional para su consumo (Foster *et al*., 2018). Por otra parte, enfrentan riesgos hacía la estabilidad de sus hábitats, ya que suelen encontrarse en lechos de pastos marinos, manglares y sistemas arrecifales, los cuales son sensibles al efecto antropogénico y contaminación ambiental (p. ej. destrucción/alteración de ecosistemas marinos por medio del uso de redes de arrastre, modificación del hábitat, sedimentación, eutrofización, acidificación del mar, entre otros) (Faleiro *et al*., 2015).

Entre las amenazas mencionadas por los entrevistados, las principales respuestas estuvieron relacionadas con actividades pesqueras, principalmente la pesca furtiva

(74% en Mazatlán y 57% en Topolobampo) y el mal manejo de los recursos pesqueros (29% en Mazatlán y 44% en Topolobampo). La sobrepesca fue otro de los factores que también se mencionaron con mayor frecuencia, así como la contaminación de los esteros, puertos y otras zonas costeras, deforestación (corte de mangles y otra vegetación ribereña) e invasión del hábitat para actividades antropogénicas (Figura 29).

De acuerdo con la prueba de Xi^2 no existe similitud entre las proporciones de las frecuencias de la percepción en las amenazas actuales para las poblaciones de vida libre de caballitos de mar en Mazatlán ($Xi^2_{Mazatlán}=51.56$, $p<0.05$), siendo, como se mencionó anteriormente, la pesca furtiva la de mayor frecuencia (74%).

Del mismo modo, en Topolobampo la prueba de Xi^2 mostró que no existe una similitud entre las proporciones de frecuencia en respuesta Topolobampo ($Xi^2_{Topolobampo}=36.12$, $p<0.05$), en este caso siendo el mal manejo la de mayor porcentaje (57%), seguido de la pesca furtiva y la contaminación.

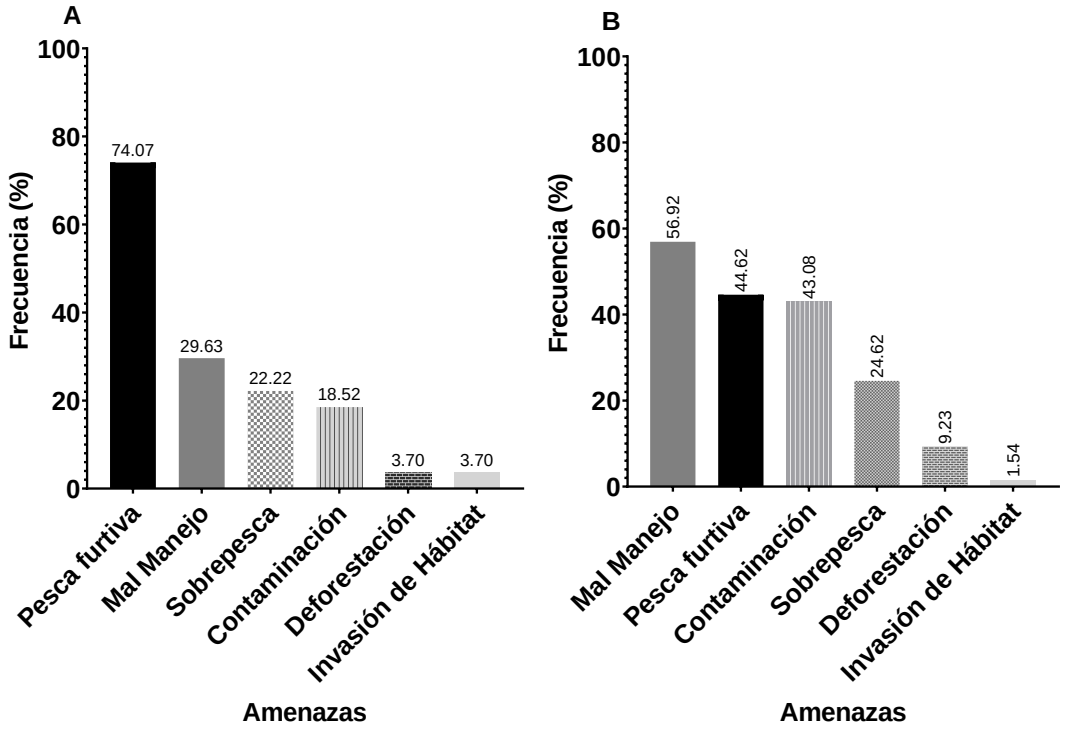

Figura 29. Frecuencias en las percepciones de los entrevistados en Sinaloa referente a las amenazas a las poblaciones de vida libre de caballitos de mar. A) Frecuencia en Mazatlán, Sinaloa (n= 27). B) Frecuencias en Topolobampo, Sinaloa (n= 64).

Los informantes reportaron en su mayoría amenazas relacionadas con actividades humanas que abarcan las principales problemáticas globales para los caballitos de mar, como la sobrepesca, la perdida de hábitat y la captura para el comercio de individuos secos o para acuariofilia (Ternes *et al*., 2016; Vincent *et al*., 2013)

Con respecto a la pesca furtiva algunos participantes mencionaban: "…*hay mucha deslealtad entre compañeros, no se encuentran en alguna cooperativa o inician las capturas de distintos recursos aún en veda…eso nos deja en desventaja y tenemos que pasar más tiempo pescando o buscar otros recursos para solventar los gastos…*", "…*he visto que sacan y apartan caballitos de mar que aparecen en las redes, ya no está permitido por la ley…*", "… *hay muchos pescadores que no están registrados, vaya usted a saber qué es lo que pescan o si respetan vedas o especies protegidas…*", "…*la vigilancia es poca y el gobierno no toma buenas*

decisiones, este año por ejemplo nos atrasaron el levantamiento del camarón, muchos van a irse por pescar especies distintas y otros se van a arriesgar a pescar durante la veda…", "…*las vedas se están prolongando, lo que hace difícil para muchos pescar con la ley, y eso afecta al recurso y a la economía de cada uno*…".

En cuanto al mal manejo del recurso los testimonios de los participantes destacaban el uso inapropiado de las redes ("…*he visto algunas redes que no siguen las medidas que por ley nos solicitan*…"); embarcaciones en mal estado (…*los botes ya son muy viejos, muchos ya están obsoletos y necesitan bastantes reparaciones*…*hay poco apoyo del gobierno para dotarlos con mejor equipo o redes adecuadas*…*el combustible también es un problema, ya no nos alcanza para comprar lo mismo y pues le damos hasta donde alcance y esperamos sacar lo mejor*…"); pocos estudios de las especies que se capturan ("…*sale mucho descarte, no sabemos mucho sobre algunas especies que salen*…", "*falta hacer mucho estudio aquí, los altos mandos solo toman decisiones pero no conocen la realidad*…"); y poca comunicación entre el sector gubernamental y social.

Respecto a la sobrepesca, los pescadores expresaron una alarmante preocupación por el estado actual del principal recurso pesquero en la zona: el camarón ("…*el recurso ya está muy explotado, cada año llegamos con menos desembarque, y honestamente es poco rentable ya… otros prefieren dedicarse a otra cosa*…"). De acuerdo con datos de SEMARNAT (2018), en México la pesquería del camarón está sobreexplotada y otras están explotadas al máximo. Por otra parte, Hernández-García (2019) menciona que los pescadores del país, principalmente los ribereños y aquellos en comunidades rurales (p. ej., Topolobampo) padecen una serie de problemáticas comunes que han debilitado su actividad y disminuido su calidad de vida: sobreexplotación de especies de valor comercial, altos precios de insumos (combustible, embarcaciones, motores fuera de borda y arte de pesca), falta de ordenamientos pesqueros democráticos, de subsidios, permisos y precios justos en el mercado.

En cuanto a la contaminación, las principales fuentes identificadas por los pescadores fueron las aguas residuales de la agroindustria (…*los contaminantes llegan arrastrados por los desagües de los cultivos, usan muchos fertilizantes, pesticidas*…", "…*las granjas camaroneras contaminan mucho…"*), así como desechos industriales (…*aquí a un lado de la cooperativa esta la hidroeléctrica, desechan muchas cosas a la bahía*), portuarios ("…*ahí ves a los buques tirando aceite, diésel, basura y hasta partes de esos*…") y turísticos (…*el turismo está creciendo en Topolobampo, se ve mucha gente que no es de aquí, traen toda su basura y no se la llevan… los ves emborrachados y sin respetar la vegetación o los animales de la zona*…", "…*están haciendo más hoteles en la zona dorada, eso trae mucho turista y curiosos por todas partes… todos sus desechos tarde o temprano terminan en el mar*…).

Finalmente, la deforestación e invasión del hábitat fue un problema identificado en ambas zonas de estudio. En Mazatlán se identificó por el rápido desarrollo en infraestructura hotelera para satisfacer la demanda del sector turístico (…*caminas por todo el malecón y hay muchísimas construcciones nuevas de casas, departamentos, hoteles porque ya hay más turistas viniendo, aun estando en semáforo rojo por la pandemia…*") y actividades recreativas de turistas (…*el agua aquí en la playa -isla de la Piedra- esta negra, huele mal y se ve mal, no sé cómo se pueden meter ahí*…, …*todos estos turistas en lanchas, barcos, caballos y ahí nada más hechos bola afectan la estética del lugar…*). Por otra parte, en Topolobampo se atribuía a la poca educación ambiental (…*no hay cultura aquí, caminas por el malecón o allá atrás por las cooperativas y ves basura en todos lados… el agua de los manglares se ve verde y no hay rastro de vida*…", "*la contaminación que tiene el estero hace que haya escasez de peces y crustáceos como el camarón o la jaiba que son importantes para nosotros, ahora imagínate de caballitos de mar que son bien delicados*…), desarrollo industrial (…*están viniendo muchas personas de otro*

lado a trabajar aquí, en el puerto, en la CFE, y pues con eso construyen más casas o traen más motos y vehículos al pueblo que necesitan mejores carreteras…", "… *esta la propuesta para traer una planta de amoniaco, hay mucha división por eso porque prometen mucho trabajo para los locales, pero yo creo que solo traerá más contaminación y básicamente morirá la fauna en el mar, y eso es nuestro recurso más valioso*…).

Aunque las actividades antropogénicas y los cambios ambientales representan una amenaza para la biodiversidad marina, las poblaciones de peces también pueden verse afectadas por ciclos naturales no identificados (Vincent *et al*. 2011). Por lo tanto, para las evaluaciones de conservación, las tendencias poblacionales de caballitos de mar en Sinaloa deben investigarse considerando también los siguientes puntos: 1) los caballitos de mar exhiben variaciones naturales en poblaciones de vida libre, incluso en ausencia de explotación humana, aunado principalmente a sus características biológicas como movilidad limitada, alta fidelidad al sitio y a la pareja, tasas reproductivas limitadas y alta mortandad en juveniles (Caldwell y Vincent, 2012; Martin-Smith y Vincent, 2005); y 2) la señalización por varios participantes de la presencia de distintos mercados clandestinos de caballitos de mar y otras especies de peces (p. ej., buches de Sciaenidae), en ambas zonas de estudio. Dado el estado de conservación, así como datos insuficientes de muchas especies de caballitos de mar, incluido *H. ingens*, existe una necesidad urgente de más investigación, incluido el seguimiento a largo plazo de las poblaciones de vida libre (Stanton *et al*., 2021).

Clasificación y conocimiento ecológico local de *Hippocampus ingens*

Las respuestas proporcionadas por los participantes en ambas zonas de estudio se resumen en el Cuadro IX, del mismo modo las respuestas consenso y la concordancia con la literatura especializada se muestra en el cuadro XI. Los entrevistados dijeron que adquirieron su conocimiento sobre la biología y ecología

de los caballitos de mar por el manejo de los especímenes capturados incidentalmente (n= 109/112), por contacto directo con los organismos a través de la pesca directa (n= 3/112), experiencia en cría o cultivo de caballitos de mar (n= 2/112) o por contacto directo con ejemplares en estado salvaje, mientras se recolectan otros recursos, como moluscos, crustáceos o peces comestibles (n= 14/112) (Cuadro IX).

Cuadro IX. Resumen de la información prevista por pescadores y pobladores de las comunidades entrevistadas en Sinaloa.

	Mazatlán	**Topolobampo**
Especies reconocidas	1 (n= 29) 2 (n= 1)	1 (n= 72) 2 (n= 9)
Etnoclasificación	Textura de la piel (n= 1)	Textura de la piel (n= 3) Coloración (n= 5) Forma de natación (n= 1)
Nombre otorgado	"Caballito de mar" (n= 30) "Hipocampo" (n= 8) "Caballito gigante" (n= 1) "Caballito del pacífico" (n= 1)	"Caballito de mar" (n= 79) "Hipocampo" (n= 26) "Caballito gigante" (n= 3) "Caballito" (n= 1) "Caballito del pacífico" (n= 1)
Hábitats citados	"Arrecifes" (n= 10) "Estero" (n= 10) "Manglares" (n= 12) "Fondos rocosos" (n= 11) "Sogas y redes abandonadas" (n= 8) "Entre las algas" (n= 16) "Algales" (n= 3)	"Conchales" (n= 21) "Manglares" (n= 48) "Arrecifes rocosos" (n= 34) Fondos arenosos (n= 23) "Entre las algas" (n= 21) Esteros (n= 6) Mar abierto (n= 6) "Lugares con aguas tranquilas" (n= 3)
Salinidad en agua	Son más abundantes en aguas más saladas (n= 2)	"Prefieren sitios con alta salinidad" (n= 8) "En la bahía se encuentran en lugares con más salinidad" (n=13)
Migración estacional	Sí (n=7) No (n=14) No se (n=9)	Sí (n=23) No (n=44) No se (n=14)
Estructura social	Solitarios (n=15) Grupos de 2 (n=10) Grupos 3 o más (n=5)	Solitarios (n=41) Grupos de 2 (n=28) Grupos 3 o más (n=13)
Diferenciación sexual	Presencia de bolsa en los machos (n=28) Zona abdominal "aguada" en machos (n=2) Hembras más pequeñas, finas y delgadas (n=5)	Presencia del saco incubador (n=60) Robustez (n=18) Parche oscuro debajo de la aleta anal (n=9)

	Mazatlán	**Topolobampo**
	Macho robusto (n=3) Parche oscuro debajo del abdomen en la hembra (n=4)	Abdomen “aguado” (n=10) Tamaño (n=7) Coloración (n=1) No hay (n=1) No sabe (n=1)
Sexo grávido	Macho (n=30)	Macho (n=75) Hembra (n=6)
Apareamiento	La hembra le pasa los huevecillos al macho (n=4) Cortejo prévio (n=1) No respondió (n=25)	Danza de cortejo (n=6) La hembra se posiciona arriba del macho para pasarle los huevos (n= 1) La hembra le pasa los huevecillos al macho (n=58) La transferencia de huevos no es exitosa todo el tiempo (n=2) Monogamia (n=3) No respondió (n=17)
Características de la gravidez	Tamaño de la bolsa (n=10) Inflamiento de la bolsa (n=17) Falta de movimiento o movimientos erradico (n=5) La bolsa se llena de huevos (n=13)	Abultamiento o crecimiento del abdomen (n=72) La bolsa se llena de huevos (n=22) Movimientos torpes, lentos o erráticos (n=3) Nadan con la boca hacia arriba (n=1)
Comportamiento re productivo	El macho lleva los huevos en la bolsa hasta que nacen (n=6) Expulsa a los caballitos en chorros mientras se retuerce (n=1) No respondió (n=23)	El macho lleva los huevos en la bolsa hasta desovar (n=14) La hembra se encarga de llevar los huevos hasta que nacen (n=5) El macho tiene contracciones violentas para liberar a las crías (n=2) Expulsión de una “nube polvosa” con caballitos de mar (n=1) Expulsión a chorros de los alevines (n=1) Expulsan “caballitos en miniatura” (n=1)
Tamaño de la puesta	200-300 crías (n=1) No respondió (n=29)	200-300 crías (n=1) 200 a 600 crías (n=1) 200 crías (n=1)

	Mazatlán	**Topolobampo**
Periodo reproductivo	Todo el año (n=13) Sincronizada con la de la temporada reproductiva del camarón (n=2) Verano (n=2) Verano y Otoño (n=1) Mayo a octubre (n=4) Junio a noviembre (n=1) No sé (n=8)	Todo el año (n=44) Sincronizada con la de la temporada reproductiva del camarón (n=2) Junio a noviembre (n=1) No sé (n=34)
Comportamiento alimenticio	Solo consumen presas muy pequeñas que les quepan en el hocico (n=5) Succionan lo que pase por enfrente de ellos (n=3) Escupen lo que no puedan tragar (n=1)	Tienen hocico pequeño y solo consumen lo que les quepa (n=7) Succionan a sus presas al pasar por delante de ellos (n=7) Son carnívoros (n=1) Se encuentran en zonas con alimento pequeño y abundante porque se mueven poco (n=1)
Dieta	Larvas de camarón (n=14) Peces pequeños (n=9) Plancton (n=15) Larvas de peces (n=12) Camarón (n=5) Algas (n=13) Huevecillos de peces y otros (n=3)	Peces pequeños (n=26) Larvas de peces (n=17) Gusanos (n=6) Larvas de camarón (n=26) Camarones (n=9) Larvas de moluscos (n=1) Larvas de jaiba (n=11) Crustáceos pequeños (n=4) Larvas de ostiones (n=1) Plancton (n=44) Zooplancton (n=1) Algas (n=23) Fango (n=1) Huevecillos flotando (n=1)
Predadores	Peces más grandes (n=23) Jaibas y cangrejos (n=8) Aves marinas (n=6) Garcetas y Garzas (n=2) Cochito (n=9) Botete (n=11) Anguilas (n=7) Dorado (n=4) Atunes (n=2)	Peces de mayor tamaño (n=43) Jaibas y cangrejos (n=14) Aves marinas (n=15) Botetes (n=17) Cochi (n=14) Garzas y garcetas (n=9) Anguilas (n=7) Aguilillas pescadoras (n=1) No sabe (n=17)
Capacidad de adaptación	Cambio de color (n=3) Generación de apéndices corporales (n=1)	Cambio de color (n=5) Generación de apéndices corporales (n=3)

Etnoclasificación

El primer marco de referencia para recopilar y organizar el conocimiento ecológico local es taxonómico (Johannes, 1993). La clasificación, en este caso de animales, por parte de las comunidades humanas es vista como un reflejo de los principios cognitivos e intelectuales para comprender el mundo, movido principalmente por el "interés" y el uso que se le otorgan (Berlin, 1992). Así pues, surge el concepto de etnoespecie para referir a la identidad o nombre que se les da a los organismos por parte de una persona o comunidad humana, principalmente en función a su uso, y que no siempre coincide con el de su clasificación Lineana (Bermudez y De Longhu, 2012). Berlin *et al*. (1992) han demostrado sobre casos particulares, que una especie biológica lineana de importancia cultural es dividida en varias etnoespecies, a lo que se le llama sobre-diferenciación, esto dado principalmente por características morfológicas de la propia especie (p. ej. coloración, tamaño, sabor, número de cuernos, entre otros), por otra parte, si un grupo de especies lineanas son consideradas por grupos humanos como una sola especie, se habla entonces de un sub-diferenciación.

En el caso del estado de Sinaloa se puede observar una sobre-diferenciación en la especie lineana *H. ingens*, es decir identifican varias especies de caballitos de mar, diferenciándolas por aspectos de coloración y anexos tegumentarios (p. ej. filamentos de piel), sin embargo, los nombres que recibían por parte de los entrevistados seguían siendo “caballito de mar” o “hipocampo”. Se mencionaron hasta dos etnoespecies para Mazatlán y Topolobampo y sus regiones adyacentes. La mayoría de los informantes (97% en Mazatlán y 89% en Topolobampo) citó solo una etnoespecie, mientras que el resto citó dos. En Mazatlán un pescador clasificó a los caballitos de mar según la textura de la piel, mencionando que aquellos que tenían “picos” (filamentos o protuberancias tegumentarias) en el cuerpo estaban más presentes entre los manglares y los que estaban “lisos” eran más comunes en altamar. De acuerdo con Lourie (2016), diversas especies de caballitos de mar, incluida *H*. *ingens*, pueden generar filamentos de piel como método para

camuflajearse entre el medio donde habita, principalmente entre gorgonias, corales, raíces, y pastos marinos; Ortiz-Aguirre (2018) identificó nueve ejemplares con presencia de filamentos tegumentarios en aguas de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. A pesar de que la información local concuerda con los datos obtenidos de la literatura debería investigarse más a fondo desde un punto de vista taxonómico, ontogénico y molecular para la especie.

Por otra parte, en Topolobampo, cinco (5) pescadores utilizaron la coloración para diferenciar entre morfotipos; entre ellos tres participantes utilizaron también la presencia de filamentos tegumentarios y uno de ellos la forma de natación para diferenciar entre especies. Como se mencionó en secciones anteriores, aquellos pescadores que mencionaron haber comercializado caballitos de mar reconocieron que los caballitos de mar con coloraciones claras eran más valiosos que los caballitos de mar oscuros. El número de formas de color reconocidos por los pescadores fue de cuatro (rojo, amarillo, café oscuro y gris), mismos que correspondían estrechamente con los patrones de color registrados para *H*. *ingens* por Lourie (2016) (verde, café, rojiza-granate, gris, amarilla y dorada). Se ha documentado ya que los caballitos de mar son especies crípticas que utilizan el camuflaje como mecanismo de defensa y sus patrones de color pueden ser muy variables intraespecíficamente (Figura 30). En cuanto a la forma de natación, el participante mencionó que diferenciaba los caballitos de mar dependiendo de si nadaban “acostados” o “parados” (gesticulando con sus manos para mostrar el ejemplo), siendo estos últimos de poco interés para los compradores; esta característica en particular puede deberse a una relación de los caballitos de mar (*Hippocampus*) con los peces pipa (*Syngathus*), ya que ambos presentan un sistema bucal similar y se diferencian porque los primeros nadan en posición erguida al tener la cabeza perpendicularmente con el resto de su cuerpo; Balart *et al*. (1992) reportó la presencia de *S*. *auliscus* en el complejo lagunar de la bahía de Topolobampo.

Figura 30. Variaciones en la coloración de *Hippocampus ingens*. Fuente: Ingens Cultivos Marinos (2021).

Hábitat

Los caballitos de mar son especies crípticas, que tienen una distribución irregular, presentan alta fidelidad al sitio, sus áreas de distribución son pequeñas y son de poca movilidad (Lourie *et al*., 2016). Por lo tanto, se anticipó que los pescadores incidentales e intencionales tendrían un conocimiento preciso sobre el uso del hábitat de *H*. *ingens* en los sitios de estudio de Sinaloa, pues otros estudios han demostrado obtener información útil y consistentes al contrastarlo con estudios de campo (Ternes *et al*. 2016; Rosa *et al*., 2005).

En Mazatlán 22 personas mencionaron que los caballitos de mar eran animales sedentarios y que utilizaban su cola para agarrarse de puntos de sujeción (p. ej., raíces u hojas de árboles de mangles, macroalgas, corales, rocas, pedazos de madera o redes abandonadas), los restantes mencionaron que los habían visto flotando o apoyando su cuerpo contra el sustrato arenoso. Las principales respuestas para el uso de hábitat fueron: manglares, arrecifes, fondos rocosos o arenosos y macroalgas (ver Cuadro IX).

Para Topolobampo 68 participantes hicieron alusión a la poca movilidad y la sucesión de los caballitos de mar en objetos del hábitat que ocupan; se mencionaron hábitats como manglares, arrecifes rocosos, macroalgas y fondos arenosos. Seis entrevistados mencionaron que habitaban en mar abierto, lo cual es consistente con su oficio pues eran pescadores de camarón, y otros tres participantes comentaron que preferían hábitats con aguas tranquilas.

Una comparación de la percepción de los participantes con los datos disponibles en la literatura científica (Ambo-Rappe *et al*., 2021; Schwarz-Junior *et al*., 2021; Rappe *et al*., 2021; Becerril-García *et al*., 2018; Ortiz-Aguire, 2018) revela que las fuentes de información fueron generalmente consistentes entre sí para la preferencia de hábitat. Del mismo modo, Freret-Meurer *et al*. (2021) determinaron abundancia de caballitos de mar en ambientes con aguas tranquilas.

Se ha mencionado que *H*. *ingens* se encuentra en un rango relativamente amplio de profundidades (10 cm a 60 m) y salinidades (hasta 34 ppt) (Koldewey, 2005; Pollom, 2017). Estas variaciones fueron abarcadas por las respuestas proporcionadas por los entrevistados (ver Cuadro IX), y posiblemente reflejen los tipos de hábitats utilizados por ellos como áreas de pesca (es decir, pescadores intencionales que solo capturan especímenes en los esteros y mangles y pescadores intencionales que utilizan tanto esteros y manglares como el mar abierto).

Con respecto a lo anterior, Rosa *et al*. (2005) menciona que es más probable que los usuarios de recursos pesqueros locales que participan en tales ejercicios identifiquen las ubicaciones de especies en peligro de extinción (como *H*. *ingens)*, mismas que otros investigadores interesados pueden utilizar posteriormente para realizar inventarios faunísticos o de flora en los sitios. El conocimiento que tienen los pescadores sobre la distribución y las características de los diferentes hábitats utilizados por *H*. *ingens* puede proporcionar información efectiva para el mapeo de la distribución geográfica y espacial de los caballitos de mar. Esto es de particular

relevancia en un país con una amplia extensión litoral en el Pacífico, Atlántico y Caribe, así como con recursos limitados para realizar estudios y monitoreo de la población.

Por otra parte, los participantes proporcionaron información sobre migración estacional de los caballitos de mar. Los entrevistados que dijeron que los caballitos de mar migraban ($n_{Mazatlán}$=7, $n_{Topolobampo}$=23) dieron tres respuestas diferentes, siendo que las migraciones ocurrieron: a) antes de las lluvias de verano, cuando los caballitos de mar se trasladaban a zonas del estero "en busca de zonas con más salinidad"; b) sincronizada con la del camarón ("…*los adultos se mueven de altamar a los manglares como lo hacen los camarones y se reproducen… los más jóvenes viven entre los manglares, creo que ahí se protegen más y aprovechan las larvas del camarón que también crecen ahí… ya después cuando crecen son arrastrados por las lluvias a zonas más profundas*…"); y c) durante todo el año. No se ha reportado información científica de migración estacional en *H*. *ingens,* sin embargo, se ha sugerido que la migración vertical hacia porciones más profundas y salinas de la columna de agua ocurre en especies como *H*. *reidi* (Ternes *et al*., 2016; Rosa *et al*., 2005) y es más frecuente en temporadas de lluvias (Masonjones *et al*., 2019). Igualmente se ha registrado que *H*. *comes*, *H*. *erectus* e *H*. *whitei*, han realizado algunas migraciones estacionales en el invierno (Foster y Vincent, 2004). La información proporcionada por los entrevistados sobre los posibles patrones migratorios de *H*. *ingens* debe investigarse más a fondo, ya que tiene implicaciones directas para la interpretación de los datos de las pesquerías locales, así como el desarrollo de opciones de gestión que abarquen vedas temporales y para aumentar la comprensión la dinámica poblacional de esta especie. Finalmente, de acuerdo con los testimonios de los pescadores intencionales (n=3), utilizaban el conocimiento sobre los hábitats preferenciales de *H*. *ingens* para maximizar las capturas y minimizar el tiempo dedicado a las capturas.

Estructura social

Entre los entrevistados que brindaron información con respecto a la estructura social de *H*. *ingens*, en Mazatlán el 50% (n=15) de los participantes mencionó haber observado caballitos de mar adultos solitarios, el 33.3% (n=10) dijo que los caballitos de mar forman grupos de dos individuos, mientras que el restante 16.4% (n=5) mencionó que forman grupos de tres o más. En Topolobampo, del mismo modo el 50% (n=41) de los participantes mencionó haberlos visto en solitario (Figura 31), el 34.1% en pareja (n=28) y el restante 15.9% (n=13) en grupos de tres o más organismos (ver Cuadro IX). Esta percepción es corroborada por estudios científicos realizados por Aguirre-Ortiz (2018) en los que se encontró a *H*. *ingens* solo o en pequeños grupos de hasta siete organismos. Este comportamiento también se presenta en otras especies como *H*. *reidi* la cual se encontró/avistó solo o en pequeños grupos de hasta cuatro individuos (Ternes *et al*., 2017; Rosa *et al*., 2005).

Figura 31. Caballito de mar observado en solitario y llevado a la playa por participante en la región de Topolobampo, Sinaloa. Autoría: Orduño-García (2021).

Diferenciación sexual

Los caballitos de mar exhiben un sistema reproductivo único en el que los machos reciben en una bolsa ventral los huevecillos de la hembra y los fertilizan durante el

proceso, esta bolsa además de cargar a los huevos se ha asociado con la regulación osmótica e intercambio gaseoso para los embriones (Dudley *et al*., 2021; Lourie, 2016). De los 112 entrevistados, 90 (80.35%) mencionaron que podían diferenciar machos de hembras por la presencia de una bolsa ventral en los primeros (…*los machos tienen una bolsa donde llevan los huevos, es muy fácil de verla*…", "*el macho tiene una bolsita que carga los huevos*…", "…*los machos tienen aguadito en la panza*…"). Al contrario, únicamente seis participantes (5.35%) asociaron la presencia de la bolsa ventral con la hembra del caballito de mar ("…*la hembra tiene una bolsita donde pone los huevos*…", "…*cuando salen en las redes la hembra puede venir preñada, pero cuando esta normal no es fácil identificar si es hembra o macho*…"). Estos puntos de vista entre los participantes entrevistados de que el caballito de mar hembra tiene una bolsa puede relacionarse con la anatomía comparada hacía otras especies de pesca común, donde la hembra es la encargada de producir y gestar los huevecillos. Rosa *et al*. (2005) obtuvieron una alta predominancia (81.6%) en la misma respuesta entre pescadores de seis localidades en Brasil para la especie *H*. *reidi*.

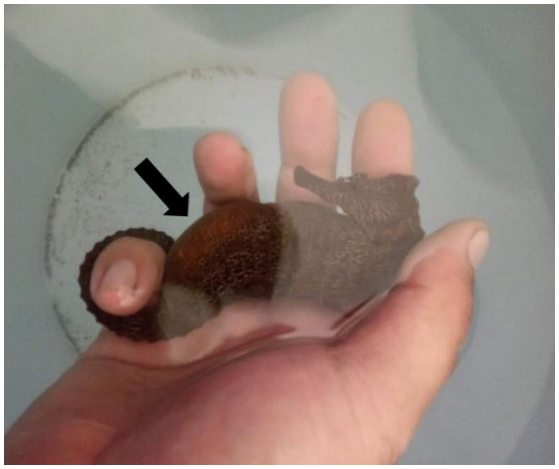

Figura 32. Participante mostrando macho de *Hippocampus ingens*. La flecha indica la presencia del saco incubador característico. Autoría: Ingens Cultivos Marinos (2021).

En el presente estudio un pescador en Mazatlán mencionó que vio "…*un video en Facebook donde decía que los caballitos de mar machos son los que se*

embarazan…", otros comentarios que aprendieron de documentales que vieron (n=3), o de información que platicaban entre ellos (n=8). En Topolobampo, de los 70 entrevistados que dijeron que el caballito de mar macho tiene la bolsa, 12 dijeron que lo aprendieron de los compradores (cuatro de ellos antes creían que las hembras eran las que tenían el saco), mientras que 44 de ellos mencionaron haberlo aprendido entre otros compañeros en las cooperativas. La percepción cambiante sobre el saco incubador del caballito de mar concuerda con lo señalado por Johannes (1988), donde el conocimiento local o tradicional puede estar sesgado debido a las influencias culturales, el mercado de los consumidores, las artes de pesca, las preferencias individuales y la capacidad de pescar, así como en observar y memorizar información. Entre otras respuestas mencionadas para la identificación de machos y hembras se encontraban: 1) hembras pequeñas y estilizadas, machos robustos y más grandes; 2) presencia de un "parche" o "puntito" negro debajo de la aleta anal en las hembras; y 3) Coloración, con machos de colores más intensos y vibrantes que las hembras. De estos solo el punto numero dos fue consistente con la literatura (Lourie *et al*., 2004).

Se solicitó a los entrevistados que detallaran las características que observaban para identificar que un caballito de mar se encuentra en estado grávido. En general la respuesta consenso fue por el crecimiento en el tamaño de la bolsa (94%) al llenarse con huevecillos ("…*el macho se ve inflado por tanto huevo que carga*…", "…*se les ve más abultados en la barriga*…", "…*la bolsa se llena de huevos, es fácil verlo porque se ve muy grande*…") (ver Cuadro IX). Entre otras respuestas mencionadas se encontraban: Falta de movimiento, ("…*un caballito de mar embarazado se la pasa agarrado con su cola de algo…*"), movimientos torpes, lentos o erráticos ("…*no pueden nadar bien*…"… "*no pueden mantenerse bien erguidos mientras nadan*…"), y finalmente un entrevistado comentó haber visto que "…*nadan con la boca hacia arriba*…". En general todas las respuestas están acordes a lo reportado por la literatura científica, ya que la transferencia de huevecillos hacia el macho genera un crecimiento en el saco incubar, lo que

imposibilita a este de moverse libremente y debe pasar inadvertido para evitar ser depredado (Encomendero *et al.*, 2011; Ortega-Salas y Reyes-Bustamante, 2006).

Se ha reportado con anterioridad en la literatura que los pescadores de caballitos de mar entienden que los machos grávidos son importantes para la sostenibilidad de las poblaciones de vida libre, además de relacionar la disminución de la población con el daño ambiental (Ternes *et al*., 2017; Rosa *et al*., 2005; Martin-Smith *et al*., 2004). Los pescadores entrevistados comprendían que en general para cualquier especie pescada, los especímenes grávidos eran importantes para la sustentabilidad de las poblaciones en medio natural, de hecho 30 de los entrevistados mencionaron que existen reglas entre ellos para evitar capturar organismos con hueva visible, incluyendo caballitos de mar, sin embargo, seis participantes de pesquería artesanal dijeron haber recolectado en algún momento individuos embarazados, dos pescadores de camarón de altamar comentaron haber observado caballitos de mar grávidos entre el descarte, y un pescador ribereño dijo haber observado y regresado un ejemplar embarazado que quedó atrapado entre el chinchorro de enmalle. Como país exportador, México debe cumplir con el listado de caballitos de mar en el apéndice II de CITES y demostrar que las capturas de caballitos de mar no son perjudiciales para las poblaciones de vida libre. Por lo tanto, se deben buscar en el país opciones de gestión viables que aborden la captura de caballitos de mar en incubación.

Apareamiento y comportamiento sexual

Algunas especies de caballitos de mar tienen un comportamiento de cortejo elaborado (Lipton y Thangaraj, 2014; Rosa *et al*., 2007). En Mazatlán solo cinco participantes (uno de ellos pescador intencional) conocían el comportamiento de cortejo de esta especie; uno de ellos describió "…*cuando los encuentras en pareja es porque el macho y la hembra están juntos, después de girar en círculos quedan con su cola enredada,* …". Esta descripción concuerda con las observaciones

hechas por Whittington *et al*. (2013) y Rosa *et al*. (2005), quienes reportan que los machos y las hembras de los caballitos de mar a veces se mueven en pareja, realizan danzas cortejos y suelen andar con las colas enredadas.

El periodo reproductivo de *H. ingens* en medio natural era desconocido, sobre todo por la dificultad para encontrar ejemplares machos de caballitos de mar en gestación, o si está ligada a la estacionalidad, sin embargo, el presente estudio aporta datos nuevos con el conocimiento local de pescadores que han pescado caballitos de mar enhuevados. Considerar la experiencia de los pobladores locales para reconocer patrones y actividades reproductivas de distintas especies de pesca objetivo e incidentales (como *H. ingens*) puede brindar pautas para desarrollar temas de conversación, gestión, aprovechamiento sustentable del recurso y manejo ambiental de las zonas designadas para reproducción.

Del total de entrevistados, 70 de ellos (62.5%) pudieron brindar información sobre este aspecto. De estos, el 81% (n=57) mencionaron que se reproducían durante todo el año, 6% (n=4) que se encontraba sincronizada con el periodo reproductivo del camarón (pues aprovechan las larvas de camarón para alimentar a las crías), y finalmente 5 entrevistados comentaron que su periodo reproductivo tenía lugar durante verano y otoño (junio a noviembre) ya que aprovechaban el incremento en las temperaturas, y a su vez es consistente con la respuesta anterior ya que también ocurre uno de los ciclos reproductivos de los camarones durante estas estaciones (Diarte-Plata *et al*., 2021).

Se solicitó a los entrevistados que dieran información acerca de la gestación de los huevecillos, solamente 31 de ellos (27.67%) brindaron información. En ambas zonas la respuesta más frecuente fue que el macho cargaba los huevecillos hasta que nacían (n= 20). Solo un pescador en Mazatlán y dos en Topolobampo pudieron proporcionar información sobre el nacimiento, tamaño de puesta y características de las crías, ese conocimiento fue adquirido manteniendo caballitos de mar grávidos en acuarios. Según su testimonio "…*cuando están listos para parir*

se sujetan de algo y comienzan a contraerse para liberar a las crías…", el número de crías recién nacidas mencionaron que oscilaban entre las 200 a 600 por gravidez. Los mismos respondientes dijeron que los caballitos de mar recién nacidos "*… son como una copia en miniatura de los padres, solo que más flacos*…". No dieron información con respecto a la tasa de supervivencia de los recién nacidos. La información proporcionada por los entrevistados concuerda con la literatura, ya que se menciona que los caballitos de mar no cuentan con fase larval, y nacen como adultos en miniatura que solo crecen en tamaño y modifican su morfología externa de acuerdo con las condiciones del hábitat (Corona-Rojas *et al*., 2021; Encomendero *et al*., 2011). Por otra parte, Foster y Vincent (2004) reportan que la cantidad de crías producidas depende principalmente del tamaño del adulto, y puede ir de 5 a 2000 neonatos. Para *H*. *ingens* se han reportado números que van de las 100 a 1700 crías (Encomendero *et al*., 2011; Ortega-Salas y Reyes-Bustamante, 2006).

El conocimiento limitado de los pobladores locales en ambas zonas de estudio sobre las fases iniciales de *H*. *ingens* evidencia la necesidad de desarrollar actividades educativas en las comunidades encuestadas para aumentar el entendimiento sobre las tasas reproductivas relativamente bajas y la alta mortalidad de los caballitos de mar durante las fases iniciales, así como los vínculos entre dichas etapas de vida, historia, pesca y conservación de la especie.

Comportamiento alimenticio y dieta

Los caballitos de mar son animales carnívoros que se alimentan de crustáceos, larvas de peces y plancton. Los pocos estudios sobre la ecología de su alimentación sugieren que pueden desempeñar un papel importante en la estructuración de algunas comunidades de fauna bentónica (Balasubramanian, 2017; Felicio *et al*., 2006). Los entrevistados proporcionaron información relevante sobre la dieta de *H*. *ingens*, un aspecto aún no estudiado de la ecología de esta

especie, lo anterior nuevamente recalca la importancia de tomar en cuenta el saber y saber-hacer de los pobladores locales para identificar la preferencia alimenticia y dieta particular de distintas poblaciones de caballitos de mar a lo largo de su zona de distribución, lo que puede apoyar para delimitar zonas con potencial presencia de alimento o proveer información para desarrollar protocolos de cría en cautiverio con una dieta variado y acorde a sus necesidades alimentarias. Los artículos alimenticios citados por los participantes coinciden con los informados por Valladares *et al*. (2016), Yip *et al*. (2014) y Kitsos *et al*. (2008), mencionando que crustáceos bénticos y/o planctónicos pequeños (copépodos harpacticoides y ciclopoides, gamáridos y mísidos) son los principales alimentos consumidos por *H*. *ingens*. Entre los alimentos que no han sido previamente registrados en la literatura científica se encuentran larvas de jaibas, larvas de ostiones, fango y algas; estos últimos dos no cuentan datos o evidencia biológica en la dieta del caballito de mar, aunque varios pobladores locales lo mencionaron, se puede hipotetizar que los informantes hicieron esta asociación trófica porque a menudo ven caballitos de mar adheridos a macroalgas, o sobre sustratos fangosos en busca de alimento (Ternes *et al*., 2017).

El conocimiento de cómo *H*. *ingens* ingiere el alimento, fue mínimo entre los entrevistados. Un entrevistado mencionó lo siguiente: "…*se encuentran en zonas con alimento pequeño y abundante porque se mueven muy poco*…", frente a esto 12 participantes comentaron que tienen un hocico muy pequeño y consumen presas de un tamaño adecuado que puedan ingerir, se mencionó también por 10 entrevistados que succionan a sus presas cuando pasan por delante de ellos a una rápida velocidad. Las anteriores descripciones se pueden encontrar en Balasubramanian (2017), Lourie *et al*. (2016) y Ternes *et al*. (2016).

Depredación y capacidad de adaptación

Los encuestados que mencionaron la existencia de depredadores (n= 95, 84.82%) dijeron que en ocasiones se encontraban caballitos de mar con heridas en la cola, vientre u otras partes del cuerpo, las cuales fueron causadas por jaibas (*Callinectes* sp.) ("…*saque una vez un caballito en los aros, ya una jaiba lo tenía agarrado de la cola y se lo estaba comiendo… el caballito seguía vivo porque se movía la cabeza*…"), botete (*Spheroides* sp.) ("…*el botete es muy curioso, todo muerde*…"), cochito ("…*son peces muy agresivos y con dientes afilados*…"); entre otros depredadores mencionados fueron: peces de mayor tamaño ("…*cualquier pez al que le quepa en la boca*…*si lo ve lo agarra*…", aves marinas ("…*si se acerca mucho a la superficie es presa de cualquier ave que lo vea, desde pelicanos, gaviotas, aguilillas*…", "…*me tocó ver una vez una aguililla pescadora que se llevó uno*…*fue algo muy impresionante de ver, no es algo que se vea seguido*…"), anguilas (Morenidae), pez dorado (*Coryphaena* sp.) y atunes (Scombridae). Existe evidencia de que las especies de Syngnathidae no son el objetivo de depredadores especializados, sino de especies generalistas u oportunistas (Kleiber *et al*., 2011), como los peces, crustáceos y aves citados como depredadores de caballitos de mar en Mazatlán y Topolobampo.

Las jaibas y los caballitos de mar comparten los mismos microhábitats en los esteros censados, por lo que las heridas observadas por los pescadores podrían ser el resultado de interacciones agonísticas. Sin embargo, aunque se reconoce que los caballitos de mar adultos tienen pocos depredadores por su escaso valor nutritivo (Lourie *et al*., 2016), los cangrejos y los grandes peces pelágicos se consideran como tales en la literatura, así como en estudio etnobiológicos (Ternes *et al*., 2016; Kleiber *et al*., 2011). Las observaciones directas de caballitos de mar con colas más cortas también sugieren que la depredación parcial por parte de jaibas puede ser una amenaza para los caballitos de mar (Rosa *et al*., 2005), sobre todo en una la zona de Topolobampo y sureste del golfo de California, donde es un recurso pesquero importante (Ortega-Lizarraga *et al*., 2020), por lo que estudios

agonísticos entre caballitos de mar con potenciales depredadores sería oportuno para futuros estudios.

Los caballitos de mar dependen principalmente del camuflaje para evitar a los depredadores. De acuerdo con las respuestas de los entrevistados estos animales tienen la capacidad de cambiar de color (n=8) y generar apéndices corporales (p. ej. espinas y filamentos) (n=4) para mezclarse con el hábitat en el que se desarrollan. Lo anterior concuerda con lo mencionado por Lourie *et al*. (2016) como mecanismos para evitar la depredación, sin embargo, los cambios en coloración y estructuras morfológicas externas han sido asociados también a adaptaciones a la contaminación ambiental (Delunardo *et al*., 2020) y cortejos reproductivos (Qin *et al*., 2012).

La propuesta de SEMARNAT (2014) para la "Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación" solo incluye a *H. erectus*, 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.", sin embargo para las restantes tres especies de *Hippocampus* en México, incluyendo *H*. *ingens*, los datos permanecen *deficientes*. Así pues, los pobladores en las zonas de estudio de Sinaloa exhibieron una amplia base de conocimientos, que se consensa en el Cuadro X. Es importante reconocer que, al transmitir esta información, pueden crear conciencia sobre la fragilidad de los caballitos de mar entre los visitantes y los usuarios de las zonas de pesca. Según los entrevistados, este conocimiento fue adquirido parcialmente a partir de la formación educativa promovida por organizaciones no gubernamentales. A grandes rasgos, el conocimiento ecológico local de cada informante se expresó a través de comentarios sobre la distribución espacial y temporal, relacionados con parámetros ambientales, ecología trófica y aspectos reproductivos (Cuadro X).

Cuadro X. Respuestas consensuales de los informantes acerca de la ecología del caballito de mar.

Aspecto	D.R	Respuesta consenso	I.C.	Nivel de fidelidad (%)	Literatura disponible
Especies reconocidas	2	Una especie	101	90.1	Sí (Lourie *et al*., 2016)
Etnoclasificación	3	Coloración	5	50	Sí (Lourie, 2016)
Nombre otorgado	5	Caballito de mar	109	97.3	Sí (Lourie *et al*., 2016)
Hábitats citados	7	Arrecifes y manglares	112	100	Sí (Schwarz-Junior *et al*., 2021; Becerril-García *et al*., 2018; Ortiz-Aguirre, 2018)
Salinidad en agua	3	Son más abundantes en zonas con alta salinidad	23	100	Sí (Pollom, 2017; Koldewey, 2005)
Migración estacional	3	No	58	52.2	Mencionado para otras especies (Masonjones *et al*., 2019; Ternes *et al*., 2016)
Estructura social	3	Solitarios	56	50	Sí (Ortíz-Aguirre, 2018)
Diferenciación sexual	8	Presencia del saco incubador en macho; hembras con un parche oscuro debajo de la aleta anal	113	75	Sí (Chipana-Robles & Valle-Rubio, 2021; Lourie *et al*., 2016, 2004)
Sexo grávido	2	Macho	105	94.5	Sí (Lourie *et al*., 2016, 2004)
Apareamiento	5	Apareamiento con cortejo previo; la hembra transfiere los huevecillos al macho	70	93.3	Sí (Lourie *et al*., 2016; Encomendero *et al*., 2011)
Características de la gravidez	5	Abultamiento o crecimiento del abdomen	134	93.7	Sí (Encomendero *et al*., 2011; Ortega-Salas & Reyes-Bustamante, 2006)
Comportamiento reproductivo	6	El macho lleva los huevecillos en la bolsa hasta el desove	20	64.5	Sí (Encomendero *et al*., 2011; Ortega-Salas &

					Reyes-Bustamante, 2006)
Tamaño de la puesta	4	200 a 600 crías	4	100	Sí (Encomendero *et al*., 2011; Ortega-Salas & Reyes-Bustamante, 2006)
Periodo reproductivo	6	Todo el año	57	81.4	No reportado
Comportamiento alimenticio	6	Solo consumen presas pequeñas que puedan succionar con su hocico	22	88	Sí (Lourie *et al*., 2016)
Dieta	14	Plancton Larvas de camarón	186 42	76.8 16.5	Sí (Valladares *et al*., 2016; Yip *et al*., 2014)
Predadores	9	Peces de mayor tamaño y cangrejos (jaibas)	159	82.8	Sí (Ternes *et al*., 2016; Kleiber *et al*., 2011)
Capacidad de adaptación	2	Capacidad de cambiar el color	8	66.6	Sí (Lourie *et al*., 2016, 2004)

D.R.= número de diferentes respuestas; I.C.= número de entrevistados que mencionaron la respuesta consensuada.

Uso de caballitos de mar secos

Con respecto al aprovechamiento de *H*. *ingens* en el estado de Sinaloa, se logró obtener un total de 73 respuestas, de estos en su mayoría hacían alusión al uso medicinal de caballitos de mar (n= 61), seguido de la elaboración de artesanías con organismos secos (n= 9) y finalmente en menor frecuencia dentro de aspectos mágico (n= 1) y religiosos (n= 2) (Figura 33). Es interesante denotar que en el presente estudio se mencionó con mayor frecuencia su uso medicinal, considerando que antes del 2005 los caballitos de mar se observaban más a la venta en tiendas de recuerdos y mercados en distintas ciudades y localidades costeras del país, principalmente secos a modo de artesanías (p. ej., llaveros) (Bruckner *et al*., 2005), y solo se contaba con un único registro en el que se les clasificaba como medicinales (Fernández-Apango *et al*., 2002), que si bien parece ser poco relevante, soporta la idea de que el producto viaja a mercados

más amplios, conectados y “cosmopolitas”. Todo indica que posterior a las implementaciones del Anexo II CITES y su incorporación como especie de protección especial (PE) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, estos animales dejaron de venderse con regularidad y actualmente resultó imposible encontrarlos en esta modalidad (recuerdos, artesanías) dentro de los principales mercados y tiendas de recuerdos en diversas locaciones de ambas zonas de estudios. Una entrevistada en Mazatlán comentó lo siguiente: “…*ya están en peligro de extinción, no podemos venderlos secos como antes, solo tengo estos de cerámica*...”. Sin embargo, dos participantes mencionaron que es posible encontrarlos secos, y los vendedores solo los entregan/venden a personas que conocen, si van recomendados por otros compradores o si se pregunta por ellos directamente ya que no se encuentran expuestos a la vista pública (“…*tienes que preguntar por ellos ahí en el mercad*o…*Pino Suárez…no se los venden a cualquiera, los he visto escondidos debajo de las mesas en cajas*…”).

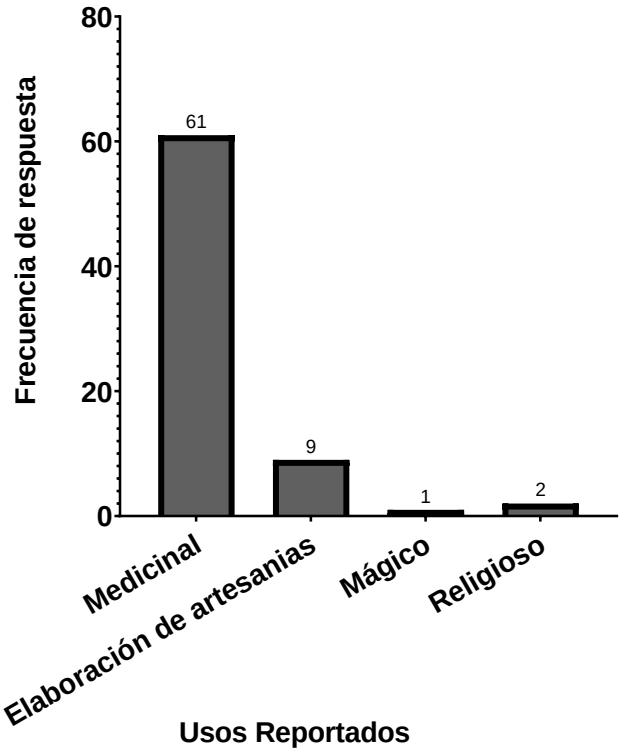

Figura 33. Frecuencia en respuesta de los principales usos reportados por los participantes en el estado de Sinaloa hacia *Hippocampus ingens*.

Uso medicinal

La alta frecuencia en el conocimiento de los usos medicinales puede deberse a la presencia, asentamiento e influencia de otras culturas en las zonas de estudio, entre ellas se encuentran chinos, cubanos, haitianos y brasileños, entre otros, de los cuales la literatura menciona el uso de caballitos de mar en aspectos medicinales (Law, 2021; Pettier, 2019; Rosa *et al*., 2010), sin embargo, la persistencia en la captura de esta especie se debe a la presencia y apertura de mercados ilegales de vida silvestre, así como al control de la pesca por parte de grupos delictivos que tienen una gran red de contrabando que abarca gran parte del Pacífico mexicano (p. ej. Totoaba, pepinos de mar, erizos de mar, abulones, entro otros, PROFEPA, 2019, 2018, 2017, 2016). Entre algunos testimonios con respecto a lo anterior se encuentra: "…*algunos chinos de aquí de los restaurantes*

de enfrente vienen a comprarme caballitos de mar, se los vendo en paquetes de tres a 50 pesos… una vez les pregunté qué hacían con ellos y me dijeron que se los comían, que eran buenos para prevenir el cáncer…", "*…aquí los chinos vienen al puerto en camionetas a buscarlos, desconozco que hagan con ellos, pero seguro que se los comen…*".

Se obtuvieron un total de 54 menciones a los tratamientos asociados al uso medicinal de los caballitos de mar. La principal respuesta fue para tratar cuestiones de índole sexual (mejoramiento en el rendimiento sexual y afrodisíacos), seguido del tratamiento para la gastritis y mejoramiento del sistema inmune, así como para el tratamiento de la caída del cabello, mejoramiento del sistema óseo y articulaciones, tratamiento de problemas renales, anticancerígeno y mejoramiento pulmonar (asma) (Figura 34).

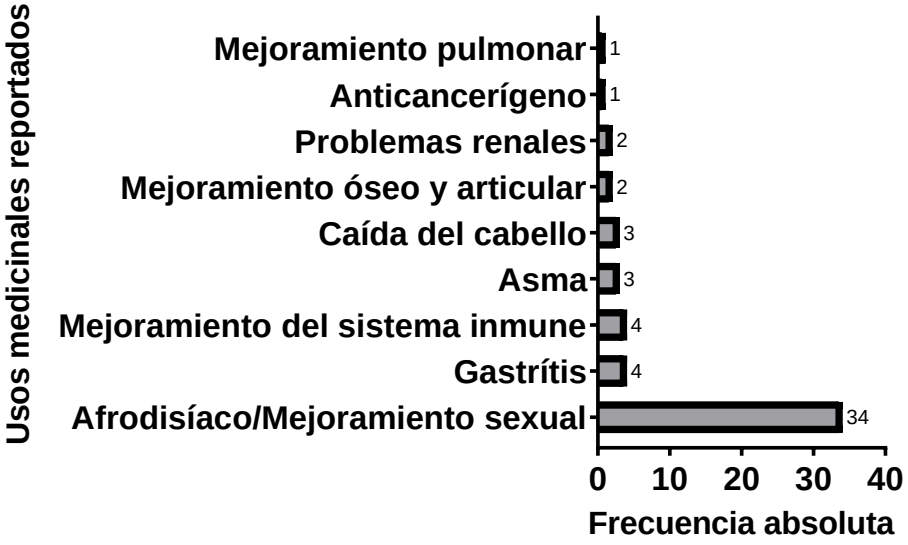

Figura 34. Frecuencia absoluta de respuestas referente a usos medicinales de *Hippocampus ingens* mencionados por los entrevistados en Sinaloa.

Los caballitos de mar han sido reconocidos por ser utilizados dentro de la medicina tradicional, particularmente en el sudeste asiático, donde se practica la medicina tradicional china, japonesa, coreana, entre otras, y se han utilizado quizás durante

unos 600 años (Vincent, 1996). Particularmente en América se ha reportado su uso amplio uso en Brasil como alimento, medicinal, y dentro de aspectos mágico-religiosos (Ternes *et al*., 2016; Rosa *et al*., 2010; Rosa *et al*., 2005).

A los caballitos de mar se les han atribuido distintos beneficios, entre los que destacan: equilibrio y mejoramiento del estado de ánimo, así como un papel curativo para disfunciones como impotencia e infertilidad, asma, colesterol alto, trastornos renales y afecciones de la piel (acné severo y nódulos persistentes) (Moreau *et al*., 2000); también se reporta que facilitan el parto y actúan como un tónico genital y un potente afrodisíaco (Kumaravel *et al*., 2012).

En Brasil, los caballitos de mar enteros, de la especie *H*. *reidi*, son un importante recurso medicinal utilizado para tratar el asma y la gastritis (Alves y Rosa, 2006), además de ser uno de los animales más utilizados en prácticas mágico y religiosas afro-brasileñas, entre los diversos usos dados en este aspecto destacan: alejar el mal de ojo ("*inveja*"), eliminar espíritus malignos ("*espíritus obsessores*"), atraer suerte y dinero, como influencia protectora dentro de iglesias/templos o comercios, y para atraer al sexo opuesto (en perfumes, ya sea solo o mezclados con otros animales marinos) (Rosa *et al*., 2010).

Por otra parte, existen publicaciones científicas relacionadas con propiedades medicinales atribuidas a los caballitos de mar, entre ellos destacan: artritis (Shi *et al*., 2006), efectos hormonales (Xu *et al*., 2014), actividad antioxidante (Chen *et al*., 2016; Lin *et al*., 2015; Wang *et al*., 2000), actividad antifatiga (Liu *et al*., 2015; Peng y Chen, 2005); actividad antiinflamatoria (Chen *et al*., 2015; Himaya *et al*., 2012); actividad anticancerígena y antitumoral (Meng *et al*., 2005; Zang *et al*., 2003), actividad inmunomoduladora (Zhu, 2005; Ni *et al*., 1997), antitrombóticos (Xu D. y Xu S., 1997), además de actuar como tranquilizante y sedativo (Zhang *et al*, 1994).

Uso mágico

En la presente investigación se logró contactar con una tarotista que realizaba trabajos de carácter mágico-religioso (sanaciones, limpias, endulzamientos, eliminación de salamientos, levantamiento de negocios, impotencia sexual, entre otros). A través de una sesión privada de 30 minutos que incluía una práctica de adivinación de cartas (cartomancia) se le solicitó que realizara comentarios acerca del caballito de mar y que platicará acerca de las propiedades atribuidas a este animal. Mencionó que utiliza ejemplares completos y secos para realizar amuletos (Figura 35) y la función recae en lo que desee el cliente, entre los trabajos que había realizado anteriormente mencionó haberlos empleado para alejar el "mal de ojo", prevenir o curar los problemas asociados a la vista, atraer buena suerte, amor, fidelidad en la pareja, dinero, estabilidad, fortaleza y seguridad, así como para guía espiritual ("*según lo que veo en usted y lo que me platica que siente, puede serle de ayuda para cuando se sienta perdido o confundido*…"…*vea que voy a usar este con la boca hacia arriba, si le hiciera un amuleto con un caballito con la cabeza hacia abajo indica lealtad y fidelidad, si está mirando hacia arriba simboliza fortaleza y guía*…") (Ver Cuadro XI). Es importante señalar que la persona emigró a México y provenía de una etnia afrodescendiente, sin embargo, no se logró obtener detalles específicos.

Figura 35. Muestra de amuleto para guía espiritual elaborado a partir de un ejemplar seco de *Hippocampus ingens* como parte de un ritual esotérico. Locación: Mazatlán, Sinaloa. Autoría: Nájera-Medellín (2021).

El testimonio representa el primer aporte para el uso mágico de caballitos de mar en México. Se ha reportado ya con anterioridad el uso de caballitos de mar en aspectos mágicos (sobre todo en Brasil), ya sea como amuleto o talismán para atraer protección espiritual (Pereira *et al*., 2021) buena suerte, dinero o pareja (Rosa *et al*., 2010). También en soluciones a modo de perfumes o esencias que sirven para la suerte y protección/atracción del dinero en los comercios (Rosa *et al*., 2010).

Uso religioso

En cuanto al aspecto religioso, se logró obtener información de dos entrevistados de la etnia Yoreme en el campo pesquero Lázaro Cárdenas, Ahome, Sinaloa, estos

mencionaron que su uso no es obligatorio, sin embargo, si se llegase a contar con algunos ejemplares secos de caballitos de mar que hubiesen sido capturados por accidente se empleaban como parte de ofrendas de agradecimiento en sus celebraciones más importantes (San Ignacio de Loyola, Semana Santa, Santísima Trinidad y San José) ("…*Durante las fiestas que tenemos siempre damos gracias por los recursos que Dios nos da, las ofrendas pueden tener estrellas de mar, esponjas, algas, caballitos de mar, huesos de peces, conchas, caracolas*…") (ver Cuadro XI) . Ya con anterioridad se ha reportado en Brasil el uso de caballitos de mar enteros secos en rituales y ofrendas en *terreiros* (lugares donde se realizan rituales religiosos afro-brasileños) (Rosa *et al*., 2010), sin embargo, la presente investigación representa el primer aporte relacionado con el uso religioso de la especie de *H. ingens* en México por una etnia indígena.

Los testimonios, conocimiento e información acerca del uso de caballitos de mar seco en aspectos medicinales, mágico y religiosos descritos con anterioridad se desarrollan en un cuadro de comparación cognitiva (Ver Cuadro XI). En general se puede apreciar que el conocimiento local de los participantes concuerda con información reportada de diversas fuentes bibliográficas.

Cuadro XI. Cuadro de comparación cognitiva referente a usos medicinales, en artesanía, mágicos y religiosos del caballito de mar en Sinaloa.

Uso	Modo de consumo	N	Observaciones	Información de la literatura
Medicinal				
Afrodisíaco y mejoramiento de la actividad sexual	Completo seco o en polvo	Mazatlán (n= 6) Topolobampo (n= 28)	"…Se que se usan para ayudar a mejorar el sexo, también que tienen mucha proteína y son nutritivos. En lo personal huelen muy feo, aun estando secos…" "…Mejoran la actividad sexual, uno de los compradores me platico que es porque siempre se están reproduciendo, y tienen muchas hormonas…"	"*Los caballitos de mar usados dentro de la medicina tradicional china se emplean para incrementar la respuesta de hormonas masculinas (andrógeno) y son un potente tónico sexual*" (Law., 2021, p. 1). "*Al alimentar al ratón con deficiencia renal con la cápsula Haima durante 12 días, se descubrió que la cápsula podría poseer una función fisiológica similar a la hormona androgénica que mejoró la respuesta sexual y la capacidad de apareamiento y acortó el tiempo de latencia de la eyaculación*" (Xu *et al.*, 2003, p. 807).
Mejoramiento del sistema inmune	Seco en polvo, como suplemento	Mazatlán (n= 1) Topolobampo (n= 3)	Muelen el caballito hasta tener un polvo y se los ponen a la comida. "…Le agregas una cucharada de caballito molido a lo que estes comiendo en la mañana" "Comerlo ayuda a quitar la fatiga, me dijeron que tiene muchas vitaminas, no me gustó como sabe por eso no lo seguí haciendo…"	"*El consumo de caballitos de mar tiene beneficios para la salud de los humanos, como la curación de la distocia de las mujeres embarazadas… mejora la inmunidad y elimina los tumores*…" (Law, 2021, p. 3; Meng *et al*., 2005, p. 190). "*el extracto etanólico de caballito de mar poseía propiedades inmunomoduladoras y antialérgicas al mejorar la fagocitosis de los macrófagos y reducir el grado de hinchazón causado por el 2, 4-dinitroclorobenceno*" (Zhu, 2005, p. 23). "*El efecto de la suspensión del polvo de H. erectus administrado intragástricamente a ratones tratados con 60Co-γ mostraron tener niveles los niveles más altos de*

Uso	Modo de consumo	N	Observaciones	Información de la literatura
				glóbulos blancos periféricos y plaquetas durante tres días, y fueron significativamente altos durante 7 días. Al pasar 30 días, las tasas de supervivencia de los grupos experimentales (2 grupos) y del grupo de control fueron del 33.3% (20 mg/kg), 53.3% (40 mg/kg) y 6.7 % respectivamente" (Ni *et al*., 1997, p. 750). "*Los sabores desagradables a "pescado" y otros factores sensoriales indeseables pueden ser responsables del bajo consumo de pescado y suplementos de aceite de pescado*…" (Jones y Le-Cornu, 1994, p. 143). "…*en comparación con otros pescados, los caballitos de mar son ricos en aminoácidos que mejoran el sabor, que en conjunto representan del 28,16 al 32,90 % de la proteína total*…" (Lin *et al*., 2008, p. 232).
Mejoramiento pulmonar / Asma	Completo seco o en polvo	Mazatlán (n= 3) Topolobampo (n= 1)	"Se comen así secos, en pedazos o en polvo en infusiones calientitas…" "Son buenos para mantener sanos los pulmones. Intento probarlos, pero son muy difíciles de conseguir y saben mal".	"…*los caballitos de mar deben tomarse como un té (en el tratamiento del asma), tres veces al día, durante tres días consecutivos, tres días después del comienzo de la enfermedad*" (Silva *et al*., 2004, p. 102). "…*el caballito de mar debe consumirse en polvo a modo de té para combatir el asma, las dosis dependen de la edad de los usuarios, siendo menores para los niños*…" (Rosa *et al*., 2010, p. 330; Andrade y Costa-Neto 2006, p. 38-39).

Uso	**Modo de consumo**	**N**	**Observaciones**	**Información de la literatura**
Gastritis	Completo seco, en sopa	Mazatlán (n= 1) Topolobampo (n=3)	Consumidos secos en pedazos, remojados en un caldo. "Una vez vi a un chino comérselos en una de sus tiendas, le dijo que eran buenos para mantener a raya la gastritis" "Se agrega una cucharadita cafetera del caballito en polvo a un licuado verde (espinaca o acelga, apio, sábila, y jengibre)"	"*En Brasil, los caballitos de mar enteros de la especie H. reidi, son un importante recurso medicinal utilizado para tratar la gastritis*" (Alves y Rosa, 2006, p. 265).
Problemas renales	Preparación de un té a partir de los caballitos secos completos	Topolobampo (n=2)	"Hervía dos caballitos en agua, me tomaba el agua y los caballitos cocidos los picaba y se los ponía al huevo que comía en la mañana…"	"*los estudios farmacológicos sugirieron que los extractos de caballitos de mar no solo tenían efectos farmacológicos antitrombóticos, sino que también podrían mejorar la función sexual y tonificar el riñón*" (Mei *et al*., 2005, p. 409). "*El caballito de mar funciona para tonificar los riñones, fortalecer el yang y vigorizar la sangre que ingresa a los canales de los riñones y el hígado*" (Law, 2021, p. 1).
Cáncer	Completo seco o en polvo	Mazatlán (n=1)	"…una vez les pregunté que hacían con ellos y me dijeron que se los comían, que eran buenos para prevenir el cáncer…mueles el caballito de mar y agregar el polvo sobre la comida…""	"… *se identificó un nuevo péptido llamado Mironecidin-like derivado de Hippocampus comes, el cual al ser caracterizado mostró actividad antimicrobiana, anticancerígena y antiviral en células de mamíferos" (*Mohammadi *et al*., 2018, p. 718). *"Se aisló un péptido antiinflamatorio natural del caballito de mar Hippocampus kuda. Al examinar la actividad metastásica antitumoral de este péptido, se encontró que inhibió significativamente la migración invasiva*

Uso	Modo de consumo	N	Observaciones	Información de la literatura
				inducida por 12-O-tetradecanoilforbol-13-acetato (TPA, por sus siglas en inglés) de células de osteosarcoma humano MG-63" (Yang *et al*., 2012, p. 29). "*El consumo de caballitos de mar secos muestra un papel en los procesos antioxidantes…, además de estos, los caballitos de mar tienen compuestos anticancerígenos*…" (Zhang *et al*., 2003, p. 129).
Mejoramiento de articulaciones y huesos	Completo seco o en polvo	Topolobampo (n=2)	"Lo hace polvito, se come una cucharadita en ayunas"	"…*Una clase innovadora de péptido antiinflamatorio, aislado del caballito de mar Hippocampus kuda, exhibe efectos característicos contra la artritis, que es una importante enfermedad degenerativa condrocítica caracterizada por la degradación del cartílago articular que implica una degradación excesiva de la matriz extracelular (ME e inflamación sinovial*… (Ryu *et al*., 2010a, p. 421).
Caída del cabello	Completos o quebrado en partes	Topolobampo (n=3)	"Los pones molidos en infusión dentro del shampoo y los dejas reposando por 24 horas para que suelten…"	"los caballitos de mar también exhiben propiedades medicinales… promoviendo la liberación del colágeno y fortaleciendo el cuero cabelludo…" (Ryu *et al*., 2010b). "…*hay registros de caballitos de mar utilizados para tratar la caída del cabello*…" (Rasteiro, 2003, p. 19).
Elaboración de artesanías	Completo seco	Mazatlán (n=6) Topolobampo (n=7)	Llaveros, cuadros, o simplemente secos como adornos "Los veía ahí en el mercado como llaveros, cuadros, o simplemente secos, así como adornos…"	"*Además de la medicina tradicional china, el caballito de mar seco también se vende para el comercio de curiosidades, que incluye productos como llaveros o adornos como aretes y broches*…" (Chen *et al*., 2021, p 86). "*También se encontraron vendedores ambulantes vendiendo aretes, colgantes o llaveros de caballitos de*

Uso	Modo de consumo	N	Observaciones	Información de la literatura
				mar, en las capitales de los estados de Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Alagoas y Santa Catarina (máximo dos vendedores por ciudad)…" (Rosa *et al*., 2011, p. 1957). "*Estos peces también se utilizan en curiosidades como joyas, pisapapeles, llaveros y otros artículos debido a su forma extraordinaria, la facilidad con la que se secan y su serie de placas corporales externas que les permiten conservar la forma incluso después de la muerte*…" (Lipton, 2009, p. 217).
Religioso	Completo seco	Topolobampo (n= 2)	"En las celebraciones (San Ignacio de Loyola, Semana Santa, Santísima Trinidad, San José) se pueden emplear caballitos, esponjas, conchas, flores, entre los adornos, pero depende de si se tienen a la mano el recurso o no" "Durante las fiestas que tenemos siempre damos gracias por los recursos que Dios nos da, las ofrendas pueden tener estrellas de mar, esponjas, algas, caballitos de mar, huesos de peces, conchas, caracolas"	"*Los caballitos de mar enteros secos también se pueden usar en rituales y ofrendas en terreiros (lugares donde se realizan rituales religiosos)…"* (Rosa *et al*., 2010, p. 333). "*En el contexto de las religiones afrobrasileñas, el caballito de mar es el animal simbólico del orixá Logundé, debido al carácter de dualidad. Los sacerdotes de estas religiones dicen que Logunedé es una deidad generada a partir del amor de dos*…" (Rosa *et al*., 2010, p. 333).
Mágico	Completo seco	Mazatlán (n= 1)	"El animal se utiliza completo y seco para alejar el "mal de ojo",	"Entre los diversos usos que se les dan a las dos especies de *Hippocampus* registradas para Brasil,

Uso	Modo de consumo	N	Observaciones	Información de la literatura
			llevarlo encima puede a ayudar a curar o prevenir problemas de la vista…" "Puede emplearse también para guiar a los perdidos y atraer buena suerte, dinero, estabilidad, fortaleza y seguridad…" "También pueden atraer el amor y la fidelidad en la pareja" "Un amuleto con un caballito con la cabeza hacia abajo indica lealtad y fidelidad, si está mirando hacia arriba simboliza fortaleza y guía"	destacan: ahuyentar la envidia (mal de ojo), para eliminar los malos espíritus (espíritus *obsessores*) para atraer la suerte, el dinero… y para atraer al sexo opuesto." (Rosa *et al*., 2010, p. 331). "Empleado como talismán o amuleto atrae suerte, fortuna y protección espiritual"… (Pereira *et al*., 2021, p. 172). "El perfume o agua de caballito de mar son producto que contienen en su composición, además del caballito de mar, otros ingredientes como alcohol, esencias de rosas, partes de plantas y otros animales marinos (p. ej. estrellas de mar)… que sirve para atracción en los comercios y la suerte… (Rosa *et al*., 2010, p. 332). …*Otro producto derivado del caballito de mar, que se vende mucho en las tiendas de artículos religiosos es el "patuá", un objeto cuadrado, redondo o rectangular, de cuero natural o plástico, en cuyo interior se colocan pequeños caballitos de mar secos y santo… Estos amuletos son muy buscados con el propósito de traer suerte, amor y beneficios económicos, y su uso es frecuente entre los adeptos de las religiones afrobrasileñas, lo que refleja en las religiones africanas, una base totémica*…" (Alves y Rosa, 2008, p. 446).

CONCLUSIONES

A lo largo del estudio se ha demostrado el amplio saber y saber-hacer de las actividades pesqueras, así como del vasto conocimiento del medio en el que trabajan por parte de las comunidades locales en Sinaloa. Ante la situación actual de crisis pesquera (incluyendo degradación del medio ambiente) es necesario adoptar nuevas formas de gestión que ayuden a recuperar y conservar los recursos marinos y los residentes locales que dependen de ellos. Uno de los principales problemas identificados por los entrevistados en la región es que quienes planifican las políticas de gestión de los recursos lo hacen unilateralmente, prescindiendo del saber de los pescadores y demostrando poco interés en especies que no son objeto de pesca comercial de grandes volúmenes, dejando en incertidumbre a los residentes y vulnerables a muchas especies de pesca incidental, incluyendo al caballito de mar. Así pues, es imprescindible integrar a los usuarios locales, así como reconocer sus saberes y prácticas, lo que podría suponer un avance en cuestiones de sostenibilidad social y ambiental. La presente investigación demuestra que los residentes locales de las comunidades pesqueras en Sinaloa conocen la biología, ecología y amenazas de los caballitos de mar (*Hippocampus ingens*), lo que potencialmente puede ayudar a mejorar las medidas de extracción y gestión de esta especie, y en colaboración con instituciones gubernamentales y académicas pudieran adoptar prácticas para un uso sostenible de los caballitos de mar (y de otras especies que se ven afectadas por la pesca incidental), además de identificar zonas viables que permitan su conservación.

El conocimiento ecológico de los pescadores y otros participantes involucrados en actividades pesqueras ha proporcionado información importante del estado actual de la pesca, uso y comercialización de los caballitos de mar (*H. ingens*) en Sinaloa, así como del medio ambiente en el que se desarrollan, biología y ecología de la especie, lo más importante se destaca a continuación:

A pesar de no ser un recurso de pesca objetivo, las poblaciones en vida libre de caballitos de mar en Sinaloa se ven afectadas por una pesca mayormente incidental a través de seis distintos tipos de artes de pesca. Las redes de enmalle agallero, redes de arrastre camaronero, las atarrayas y aros trampa para jaiba presentaron el mayor esfuerzo pesquero.

Las redes de arrastre camaronero y el uso de equipo de buceo libre para búsqueda de caballitos de mar presentaron la mayor captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en ambas zonas estudiadas. Se estimó un desembarco mensual para el estado de Sinaloa de 291 139 individuos de caballito de mar (2 599 kg).

Se comercializan principalmente caballitos de mar secos, en tamaños que varían de los 10 a los 16 cm, donde se destaca la preferencia de captura/retención a organismos con coloraciones claras (amarillo, rojo, dorado) y con piel sin presencia de anexos tegumentarios; con mayor frecuencia se venden a compradores que buscan la especie, aunque la captura para el comercio en la acuariofilia también está presente en el estado de Sinaloa. El precio reportado varía en rango de 5 a 15 pesos para organismos secos y de 600 a 800 pesos en organismos vivos. En general, los pescadores perciben un decremento en las capturas y longitud de la especie, así como un aumento en los precios.

Se reporta en México un creciente uso de caballitos de mar en aspectos medicinales. Se menciona por primera vez en México el uso de caballitos de mar en rituales religiosos por parte de la comunidad indígena Yoreme en el campo pesquero de Lázaro Cárdenas, Ahome, Sinaloa. Del mismo modo, se identificó como primer registro el uso mágico del caballito de mar dentro de actividades esotéricas. Lo anterior representa una oportunidad para realizar estudios etnobiológicos más detallados e incluir otras zonas costeras del país, así como establecer la magnitud del impacto que estas actividades pudiesen tener sobre las poblaciones en vida libre de los caballitos de mar.

La población entrevistada tiene un amplio conocimiento acerca de aspectos biológicos y ecológicos del caballito de mar. A pesar de que se encontraron datos faltantes sobre ciertos aspectos de la biología y ecología de los caballitos de mar, la población encuestada proporcionó información confiable sobre todas las preguntas, agregando comentarios etnoecológicos que aún no han sido evaluados por encuestas científicas convencionales. Así pues, se recomienda realizar estudios de poblaciones/biológicos/ecológicos en medios naturales, con el fin de evaluar la vulnerabilidad relativa de la especie a la explotación y al daño del hábitat, con dicha información, las iniciativas de gestión y de manejo pueden mejorarse para la seguridad a largo plazo de las poblaciones de caballitos de mar presentes en aguas costeras del Pacífico.

La información analizada indica que las poblaciones de caballitos de mar son vulnerables a la sobreexplotación; las técnicas y tasas de captura, movilidad limitada, área de distribución reducida y ecología reproductiva se traducen en una alteración de la reproducción, remoción de las zonas de distribución, bajo éxito en la recolonización de las áreas sobreexplotadas, lesiones físicas y daño al hábitat. El estudio presenta advertencias de que la explotación de caballitos de mar en Sinaloa es probablemente insostenible y se necesita una gestión urgente tanto para la pesca incidental como dirigida, la cual debe trabajar en coordinación con el saber y saber-hacer de los pescadores locales en las distintas comunidades en Sinaloa y el resto de México.

Finalmente, se recomienda realizar estudios constantes en las poblaciones en vida libre de la especie en otras zonas del Pacífico mexicano, así como integrar a las restantes tres especies de caballitos de mar presentes en el país (*H*. *erectus*, *H*. *reidi* e *H*. *zostearae*) para monitorear su estabilidad y/o viabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abalo-Morla, S. **2015**. El rol del conocimiento tradicional en la sostenibilidad ambiental: El caso de los pescadores de Cullera y Gandia. Tesis de maestría. Universidad Politecnica de Valencia, Escuela Politecnica Superior de Gandia, Gandia, España. 45 p.

Abdo-de la Parra, M. I.; Rodríguez-Ibarra, L. E.; García-Aguilar, N.; Velasco-Blanco, G. y Ibarra-Castro, L. **2013**. Biotecnología para la producción masiva de juveniles del botete diana *Sphoeroides annulatus*: inducción hormonal y cultivo larvario. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 48(3): 409-420.

Alverson, F. G. **1963**. The food of yellowfin and skipjack tunas in the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commision Bulletin*. 7: 293-396.

Alves, R. R. N. y Rosa, I. L. **2006**. From cnidarians to mammals: the use of animals as remedies in fishing communities in NE Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*. 107: 259–276.

Alves, R. R. N. y Rosa, I. L. **2008**. Use of Tucuxi Dolphin *Sotalia fluviatilis* for Medicinal and Magic/Religious Purposes in North of Brazil. *Hum Ecol.* 36: 443–447. https://doi.org/10.1007/s10745-008-9174-5

Ambo-Rappe, R.; La Nafie, Y. A.; Marimba, A. A. y Unsworth, R. **2021**. Seagrass habitat characteristics of seahorses in selayar island, south sulawesi, indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society*. 14(1): 337. https://cronfa.swan.ac.uk/Record/cronfa57982.

Andrade, J. N. y Costa-Neto, E. M. **2005**. Primeiro registro da utilização medicinal de recursos pesqueiros na cidade de São Félix, Estado da Bahia, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*. 27: 177-183.

Andrade, J. N. y Costa-Neto, E. M. **2006**. O comércio de produtos zooterápicos na cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil*. Sitientibus Série Ciências Biológicas (Etnobiologia)*. 6: 37–43.

Arce-Acosta, M.; Ramírez-Rodríguez, M. y De la-Cruz-Agüero, G. **2018**. Small scale fisheries operative units in the west central region of the Gulf of California, Mexico. *Ocean & Coastal Management*. 160: 58-63.

Argueta, A. Los saberes y las prácticas tradicionales: Conceptos y propuestas para la construcción de un enorme campo transdisciplinario. In F. Delgado (Ed.). *Ciencias, diálogos de saberes y transdisciplinariedad. Aportes metodológicos para la sustentabilidad alimentaria y del desarrollo* (pp. 368). Plural editores. La Paz, Bolivia. **2016**.

Argueta-Villamar, A.; Corona-M, E.; Alcántara-Salinas, G.; Santos-Fita, D.; Aldasoro-Maya, E. M.; Serrano-Velázquez, R.; Teutli-Solano, C. y Astorga-Domínguez, M. **2012**. Historia, situación actual y perspectivas de la etnozoología en México. *Etnobiología*. 19(1): 18-40.

Arreola, J. L. y Cavazos T. *Análisis de métricas climáticas para la evaluación de los modelos del IPCC en el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos*. Informe técnico, Departamento de Oceanografía Física/CICESE. Ensenada, Baja California, México. **2009**.

Audefroy, J. F. y Sánchez, B. N. C. **2017**. Integrating local knowledge for climate change adaptation in Yucatán, Mexico. *International Journal of Sustainable Built Environment*. 6(1): 228-237.

Aylesworth, L.; Phoonsawat, R. y Vincent, A.C.J. **2017**. Effects of indiscriminate fisheries on a group of small data-poor species in Thailand. *ICES Journal Marine Science*. 75(2): 642-652. Doi: https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx193.

Balart, E.; Castro-Aguirre, J. L. y Torres-Orozco, R. **1992**. Ictiofauna de las bahías de Ohuira, Topolobampo y Santa María, Sinaloa, México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 7(2): 91-103.

Balasubramanian, R. **2017**. Food and feeding habits of seahorse, *Hippocampus kelloggi* (Jordan and Snyder, 1902) in Cuddalore coastal water, Southeast coast of India. *Indian Journal of Education and Information Management*. 6(3): 1-8.

Batista, V. S. y Lima, L. G. **2010**. In search of traditional bio-ecological knowledge useful for fisheries comanagement: the case of jaraquis *Semaprochilodus* sp. (Characiformes, Prochilodontidae) in Central Amazon, Brasil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 6(15): 1-9.

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

Baum, J. K.; Meeuwig, J. J. y Vincent, A. C. J. **2003**. Bycatch of lined seahorses (*Hippocampus erectus*) in a Gulf of Mexico shrimp trawl fishery. *Fish Bull*. 101(4): 721–31.

Becerril-Garcia E. E.; Petatan-Ramirez, D.; Ortiz-Aguirre, I. y Ayala-Bocos, A. **2018**. First record of the Pacific seahorse *Hippocampus ingens* in Guadalupe Island, Mexico. *Journal of Fish Biology*. 92(4): 1207-1210.

Begossi, A. **2008**. Local knowledge and training towards management. *Environment, Development and sustainability*. 10(5), 591-603.

Bensky, D.; Clavey, S. y Stoger, E. *Chinese herbal medicine: Materia Medica*, 3era Edición. Eastland Press. Seattle. **2004**. 1325 p.

Berenson, M. L.; Krehbiel, T. C. y Levine, D. M. *Estadística para Administración*. Prentice Hall. México. **2001**. 615 p.

Berlin, B. *Ethnobiological Classification. Principles of Categorization of plants and animals in traditional societies*. Princeton University Press. New Jersey. **1992**. 354 p.

Bermudez, G. M. A. y De Longhi, A. L. El conocimiento didáctico de contenidos biológicos de Ecología. In R. C. Flores (Coord.). *Experiencias Latinoamericanas en educación ambiental* (pp. 19-35). CECyTE-CAEIP. Monterrey, Mexico. **2012**.

Bernard, R. Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches. En R. Bernard (Ed.). *Nonprobability sampling and choosing* (pp. 186-209). Altamira Press. Oxford. **2006**.

Bonte, P. y Izard, M. *Diccionario Akal de Etnología y antropología*. Akal Ediciones. Madrid. **1996**. 762 p.

Bruckner, A.W.; Field J.D. y Daves, N. *The Proceedings of the International Workshop on CITES Implementation for Seahorse Conservation and Trade*. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-36 , Silver Spring. **2005**. 171 p.

Cabrera, M. H. R. y González C. J. R. **2006**. Manejo y eficiencia en la pesquería del camarón del Alto Golfo de California. *Estud*. *Soc*. 14(27): 123-138.

Caldwell, I. R. y Vincent, A. C. J. **2012**. Revisiting two Revisiting two sympatric European seahorse species: apparent decline in the absence of exploitation. *Aquatic Conserv Mar Freshw Ecosyst*. 22: 427–35.

Chávez-Herrera, D.; Ramírez-Félix, E.; Muñoz-Rubí, H.; Chávez-Arrenquín, D. A. y Osuna-Zamora, M. A. **2016**. Plan de Manejo Pesquero para el Sistema Lagunar de Altata-Ensenada del Pabellón, Sinaloa, Parte Camarón. Informe Técnico. Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). Mazatlán, México. 37 p.

Chen, C. A.; Abd Halid, N. F.; Lim, A. C. O.; Christianus, A. y Shapawi, R. **2021**. Distribution of seahorse species in Malaysia, harvesting trends and conservation concerns–A review. *Borneo Journal of Marine Science and Aquaculture (BJoMSA)*. 5(2): 83-91.

Chen, L. P.; Shen, X. R.; Chen, G. H.; Cao, X. Y. y Yang, J. **2015**. A comparative study of the effects upon LPS induced macrophage RAW264.7 inflammation *in vitro* of the lipids of

Chen, L. P.; Shen, X. R.; Chen, G. H.; Sun, F. F. y Jin, M. N. **2016**. Antioxidant activity of aqueous extract from Three-spot *Hippocampus*. *Science and Technology of Food Industry*. 3: 114-116.

CIEGSIN (Centro de Información Estadística y Geográfica del Estado de Sinaloa). Mazatlán, ficha estadística municipal, **2015**. Obtenido de http://estadisticas.sinaloa.gob.mx/eBooks/Fichas/Mazatlan.pdf. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

CITES (Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). Cites Trade Database, **2020**. Obtenido de https://trade.cites.org/en/cites_trade/. Último acceso: 29 de septiembre del 2020.

Claassens, L. y Harasti, D. **2020**. Life history and population dynamics of an endangered seahorse (*Hippocampus capensis*) within an artificial habitat. *Journal of Fish Biology*. 97(4): 974-986.

Cohen, F. P.; Valenti, W. C.; Planas, O. M. y Calado, R. 2017. Seahorse aquaculture, biology and conservation: knowledge gaps and research opportunities. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 25(1): 100-111.

CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca). Anuario estadístico de acuacultura y pesca, **2018**. Obtenido de https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca. Último acceso: 30 de septiembre de 2020.

Coronado, E.; Salas, S.; Cepeda-González, M. F. y Chuenpagdee, R. **2020**. Who's who in the value chain for the Mexican octopus fishery: Mapping the production chain. *Marine Policy*. 118; 104013.

Corona-Rojas, D.; Peña, R.; Rodríguez-Jaramillo, C.; Tovar-Ramírez, D. y Hinojosa-Baltazar, P. **2021**. Histological structure of the digestive tract and digestive enzymatic activity of juvenile Pacific seahorse (*Hippocampus ingens*). *Latin american journal of aquatic research*. 49(4): 565-575.

Costa-Neto, E. **2000**. Conhecimento e usos tradicionais de recursos faunísticos por uma comunidade afrobrasileira. Resultados preliminares. *Interciencia*. 25(9): 423-431.

Costa-Neto, E. M.; Vargas Clavijo, M. y Santos Fita, D. (2009). *Manual de Etnozoología. Una Guía Teórico Práctica Para Investigar la Interconexión del Ser Humano con los Animales*. Tundra Ediciones. Valencia. 288 p.

da Silva, L. D. M. C.; Machado, I. C.; dos Santos Tutui, S. L., y Tomás, A. R. G. **2020**. Local ecological knowledge (LEK) concerning snook fishers on estuarine waters: Insights into scientific knowledge and fisheries management. *Ocean & Coastal Management*. 186: 105088. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00130.

del Jesús Tamayo-Loeza, E.; de Jesús May-Cen, I.; Mezquita-Martínez, R. S.; Novelo-Cetina, E. y García-Cortés, J. Z. **2018**. Instrumentación de bajo costo para la manufactura de trampas de pesca en Progreso, Yucatán: un diagnóstico electromecánico. *Advances in Engineering and Innovation*. 3(6): 19-25.

Delunardo, F. A. C.; Paulino, M. G.; Medeiros, L. C. C.; Fernandes, M. N.; Scherer, R. y Chippari-Gomes, A. R. **2020**. Morphological and histopathological changes in seahorse (*Hippocampus reidi*) gills after exposure to the water-accommodated fraction of diesel oil. *Marine Pollution Bulletin*. 150: 110769. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110769.

Diarte-Plata, G.; Escamilla-Montes, R.; Granados-Alcantar, S. y Luna-González, A. **2021**. Sex Ratio, Fecundity and Morphometry of the Eggs of Freshwater Prawn (Bate, 1868) in the Petatlán River, Sinaloa, Mexico. *Croatian Journal of Fisheries*. 79(1): 1-14.

Díaz-Gaxiola, J. M. **2012**. Macroinvertebrados asociados a manglar como indicadores del impacto en el hábitat de las bahías de Ohuira y Topolobampo, Sinaloa, México. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Indígena de México. Coordinación General de Investigación y Posgrado. 339 p.

DIGAOHM (Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología). Mazatlán, Sinaloa, **2018a.** Obtenido de https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioMazatlan.pdf. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

DIGAOHM (Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología). Topolobampo, Sinaloa, **2018b**. Obtenido de

https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioTopo.pdf. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

Duarte, J. A.; Hernández-Flores, A.; Salas, S. y Seijo, J. C. **2018**. Is it sustainable fishing for Octopus maya Voss and Solis, 1966, during the breeding season using a bait-based fishing technique?. *Fisheries research*. 199: 119-126.

Duarte, M.; Gawryszewski, F. M.; Ramineli, S. y Bessa, E. **2019**. Disruptive coloration and habitat use by seahorse. *Neotropical Ichtyology*. 17(4): e190064. https://doi.org/10.1590/1982-0224-20190064.

Dudley, J. S.; Hannaford, P.; Dowland, S. N.; Lindsay, L. A.; Thompson, M. B.; Murphy, C. R. y Whittington, C. M. **2021**. Structural changes to the brood pouch of male pregnant seahorses (*Hippocampus abdominalis*) facilitate exchange between father and embryos. *Placenta*. 114: 115-123.

Duffin, B. V. **2019**. Commercial Shrimp Production in the Northern Gulf of Mexico: Effects of Shrimp Habitat on Commercial Shrimp Fishery Catch. Tesis doctoral. Texas A&M University, Texas, USA. 49 p.

Early-Capistrán, M. M.; Solana-Arellano, E.; Abreu-Grobois, F. A.; Garibay-Melo, G.; Seminoff, J. A.; Sáenz-Arroyo, A. y Narchi, N. E. **2021**. Integrating ecological monitoring and local ecological knowledge to evaluate conservation outcomes. *bioRxiv*. doi**:** https://doi.org/10.1101/2021.05.31.446466.

Encomendero, E.; Merino, J. Vásquez, A. y del Rosario-Azañero, F. **2016**. Fecundidad, supervivencia y crecimiento del caballito de mar *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathidae), en condiciones de laboratorio. *Pueblo Continente*. 22(1): 159-165.

Espinoza-Tenorio, A.; Ehuan-Noh, R. G.; Cuevas-Gómez, G. A.; Narchi, N. E.; Ramos-Muñoz, D. E.; Fernández-Rivera Melo, F. J.; ... y Torre, J. **2021**. Between uncertainty and hope: Young leaders as agents of change in sustainable small-scale fisheries. *Ambio*. 51: 1287-1301. https://doi.org/10.1007/s13280-021-01639-2.

Faleiro, F.; Baptista, M.; Santos, C.; Aurélio, M. L.; Pimentel, M.; Pegado, M. R.; ... y Rosa, R. **2015**. Seahorses under a changing ocean: the impact of warming and acidification on the behaviour and physiology of a poor-swimming bony-armoured fish. *Conservation Physiology*. 3(1): cov009. https://doi.org/10.1093/conphys/cov009.

FEDEPESCA (Federación Nacional de Asociaciones Provinciales de Empresarios Detallistas de Pescados y Productos Congelados). *Guía técnica sobre artes*

de pesca. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España. **2013**. 55 p.

Felício, A. K. C.; Rosa, I. L.; Souto, A. y Freitas, R. H. **2006**. Feeding behavior of the longsnout seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. *Journal of ethology*. 24(3): 219-225.

Fernández, J. I.; Álvarez-Torres, P.; Arreguín-Sánchez, F.; López-Lemus, L. G.; Ponce, G.; Díaz-de-León, A.; Arcos-Huitrón, E. y del Monte-Luna, P. **2011**. Coastal fisheries of Mexico. In S. Salas; R. Chuenpagdee; A. Charles y J. C. Seijo (Eds). *Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean* (pp. 231-284). FAO, Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 544. Roma.

Fernández-Apango, J. A.; Narchi, N. E.; Valle-Ramírez-Valle de Arellano, G. A.; Gómez-Hernández, G. y Lubinsky, D. **2002**. Organismos marinos en la medicina popular de México. En: Artículos de Contribución al Primer Congreso Latinoamericano de Herbolaria, pp. 17-25. Guadalajara, Jalisco. Disponible en researchgate.net/publication/353437354_Organismos_marinos_en_la_medicina_popular_de_Mexico. Ultimo acceso: 4 de mayo de 2022.

Foster, S. J. **2016**. Seahorses (Hippocampus spp.) and the CITES review of significant trade*. Fisheries Centre Research Reports*. 24(4): 48 p. http://hdl.handle.net/2429/59522.

Foster, S. J. y Vincent, A. C.J. **2004**. Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology.* 65: 1-61.

Foster, S. J.; Aylesworth, L.; Do, H. H.; Bat, N. K. y Vincent, A. C. J. **2017**. Seahorse exploitation and trade in Viet Nam. *Fisheries Centre Research Reports*. 25(2). 53 p.

Foster, S. J.; Kuo, T. C.; Wan, A. K. Y. y Vincent, A. C. J. **2018**. Global seahorse trade defies export bans under CITES action and national legislation. *Marine Policy*. 103: 33-41.

Freret-Meurer, N. V.; Andreata, J. V. y Alves, M. A. S. **2021**. Agonistic behaviour in the long-snout seahorse: A gentlemanly challenge. *Ethology*. 127(11): 955-963.

Fuentes, J. C. N.; Granados, P. A. y Martins, F. C. 2017. Coastal management in Mexico: Improvements after the marine and coastal policy publication. *Ocean & Coastal Management*. 137: 131-143.

Galindo-Cortes, G.; Jiménez-Badillo, L. y Meiners, C. 2019. Moving from stock assessment to fisheries management in Mexico: the finfish fisheries from the southern Gulf of Mexico and Caribbean Sea. In S. Salas, M. Barragán-Paladines, R. Chuenpagdee (Eds.). *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean* (pp. 243-263). MARE publication series, vol. 19. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76078-0_11.

García, E. **1973**. Modificación al sistema de clasificación de Köeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 71 p.

García, M. G. H. (2020). Propuestas para la revitalización de la pesca ribereña y la conservación de los ecosistemas costeros en México. *Revista de Geografía Agrícola*, (64), 81-103.

García-Allut, A. y Vázquez-Portela, E. **2012**. Nueva gobernanza de los ecosistemas costeros: una propuesta metodológica. I Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales (Universidad de Cádiz), 2015. Obtenido de http://goo.gl/mocajW. Ultima fecha de acceso: 3 de mayo de 2022.

García-Dueñas, R. Y.; Soler-Marchán, S. D. y Castellanos-González, M. E. **2021**. Saberes tecnoproductivos tradicionales de pesca y buenas prácticas en la comunidad costera Castillo de Jagua-Perché, Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*. 13(5): 416-430.

García-Rodríguez, E. y Sosa-Nishizaki, O. **2020**. Artisanal fishing activities and their documented interactions with juvenile white sharks inside a nursery area. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 30(5): 903-914.

Giglio VJ, Luiz OJ, Gerardinger LC. Depletion of marine megafauna and shifting baselines among artisanal fishers in eastern Brazil. Anim Conserv. 2015;18:348–58.

González-Acosta, A. F.; Rodiles-Hernández, R. y González-Díaz, A. A. **2018**. Checklist of the marine and estuarine fishes of Chiapas, Mexico. *Marine Biodiversity*. 48(3): 1439-1454.

Gristina, M.; Cardone, F.; Desiderato, A.; Mucciolo, S.; Lazic, T. y Corriero, G. **2017**. Habitat use in juvenile and adult life stages of the sedentary fish *Hippocampus guttulatus*. *Hydrobiologia*. 784(1): 9-19.

Gutiérrez-Santillán, T. V.; Mora-Olivo, A. y Arellano-Méndez, L. U. **2017**. Etnozoología en México: Una revisión al estado del conocimiento. *Revista Minerva: revista científica multidisciplinaria*. 1(1): 52-59.

Hammersley, M. y Atkinson, P. *Etnografía. Métodos de investigación*. Paidós. Barcelona. **2005.** 70 p.

Herald, E. S. **1949**. Pipefishes and seahorses as food for tuna. *California Fish and Game*. 35: 329.

Himaya, S. W. A.; Ryu, B.; Qian, Z. J. y Kim, S. K. **2012**. Paeonol from *Hippocampus kuda* Bleeler suppressed the neuro-inflammatory responses *in vitro* via NF-κB and MAPK signaling pathways*. Toxicol. In Vitro*. 26: 878-887.

Hippocampus trimaculatus Leach. *J Oleo Sci*. 64: 1273-1281.

Huchim-Lara, O. y Seijo, J. C. **2018**. Risk perception in small-scale fishers and hyperbaric personnel: a risk assessment of hookah diving. *Undersea and hyperbaric medicine*. 45(3): 313-322.

Hunn, E. **2007**. Ethnobiology in Four Phases. *Journal of Ehnobiology*. 27(1): 1-10

Hunn, E. Ethnozoology. In N. Anderson, D., Pearsall, E., Hunn y N., Turner (Eds). *Ethnobiology* (pp. 83-96) Wiley-Blackwell. New Jersey. **2011**.

Hviding, E. Naturaleza, cultura, magia y ciencia. En D. Philippe y P. Gísli (Eds.). *Naturaleza sociedad, perspectivas antropologicas* (pp. 359). Siglo XXI Editores, S.A de C.V. México. **2001.** Obtenido de https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/descola-palssonnaturaleza_y_sociedad__perspectivas_antropolc3b3gicas.pdf

INAPESCA (Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura). **2017**. Caracterización socioeconómica de las comunidades pesqueras usuarias del ecosistema estuarino lagunar Santa María-La Reforma. Ciudad de México. Inapesca/Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Pacífico. Proyecto: “Plan de manejo pesquero ecosistémico Playa Colorada-Santa María-La Reforma”/ Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera en Mazatlán. 44 p.

INAPESCA (Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura). Plan de manejo de la pesquería de camarón del Pacífico mexicano. **2017**. Obtenido de https://www.delpacificoseafoods.com/gulfofcalifornia/PM_Camaron-draft.pdf. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Anuario Estadístico y Geográfico de Sinaloa, **2015**. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2015/702825077112.pdf. Último acceso: 30 de abril de 2022.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Aspectos geográficos Sinaloa, **2018**. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_25.pdf. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

Ingens Cultivos Marinos. Granja de Caballitos de mar, **2017**. Obtenido de http://ingensonline.com/es/. Último acceso: 30 de septiembre del 2020.

INPI (Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas). Etnografía del pueblo mayo de Sinaloa y Sonora (yoremes), **2017**. Obtenido de https://www.gob.mx/inpi/articulos/etnografia-de-los-mayos-de-sonora. Último acceso: 30 de abril de 2022.

Jácome-Negrete, I. **2013**. Etnoictiología Kichwa de las lagunas de la cuenca baja del río Curaray (Amazonia), Ecuador. *Biota Colombiana*, 14(1): 5-24. Obtenido de: http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/272/270.

Jiang, C.; Liu, F. Y.; Jin, Y.; Yuan, Y.; Zhao, Y. Y. y Huang, L. Q. **2018**. Zoological origin survey of commercial hippocampus in Chinese herbal markets by morphological and DNA sequencing identification. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo zhongyao zazhi= China journal of Chinese materia medica*. 43(23): 4553-4561.

Johannes, R. E. Fishing and traditional knowledge. In R. E. Johannes (Ed.). *Traditional Ecological Knowledge: a Collection of Essays* (pp. 39-42). International Union for Conservation of Nature (IUCN). Gland, Sweden. **1989**. 77 p.

Johannes, R.E. Integrating traditional ecological knowledge and management with environmental impact assessment. In J. T. Inglis (Ed.). *Traditional ecological knowledge: concepts and cases* (pp. 33-39). International Program on Traditional Ecological Knowledge and International Development Research Centre. Ottawa. **1993**.

Jones, S. D. y Le Cornu, K. **1994**. The assessment of oily fish intake in two clinic populations. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 7: 141–146.

Kitsos, M. S.; Tzomos, T.; Anagnostopoulou, L. y Koukouras, A. **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.

Kleiber, D.; Blight, L. K.; Caldwell, I. R. y Vincent, A. C. J. **2011**. The importance of seahorses and pipefishes in the diet of marine animals. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 21(2): 205-223.

Koldewey, H. J. y Martin-Smith, K. M. **2010**. A global review of seahorse aquaculture. *Aquaculture*. 302: 131- 152

Koldewey, H. *Seahorse husbandry in public aquariums*. Zoological Society of London, London. **2005.** 137 p.

Koning, S. y Hoeksema, B. W. **2021**. Diversity of Seahorse Species (*Hippocampus* spp.) in the International Aquarium Trade. *Diversity*. 13(5): 187. https://doi.org/10.3390/d13050187.

Kuiter, R. H. **2001**. Revision of the australian seahorses genus *Hippocampus* (Syngnathiformes: Syngnathidae) with a description of nine new species. *Records of the Australian Museum*. 53: 293-340.

Kuiter, R. H. *Seahorses, Pipefishes and their Relatives: A Comprehensive Guide to Syngnathiformes*. TMC Publishing: Chorleywood, UK. **2000**. 240 p.

Kumaravel, K.; Ravichandran, S.; Balasubramanian, T. y Sonneschein, L. **2012**: Seahorses – A source of traditional medicine. *Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters*. 26(24): 2330-2334. http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2012.662650.

Kuo, T. C.; Laksanawimol, P.; Aylesworth, L.; Foster, S. J. y Vincent, A. C. J. **2018**. Changes in the trade of bycatch species corresponding to CITES regulations: The case of dried seahorse trade in Thailand. *Biodiversity and conservation*. 27(13): 3447-3468.

Lam, J. T.; Koldewey, H. J.; Yasué, M. y Vincent, A. C. J. **2016**. Comparing interview and trade data in assessing changes in the seahorse *Hippocampus* spp. trade following CITES listing. *Oryx*. 50(1): 36-46.

Lango-Reynoso, F.; Castañeda-Chávez, M.; Zamora-Castro, J. E.; Hernández-Zárate, G.; Ramírez-Barragán, M. A. y Solís-Morán, E. **2012**. La acuariofilia de especies ornamentales marinas: un mercado de retos y oportunidades. *Latin american journal of aquatic research*. 40(1): 12-21.

Law, S. **2021**. Dried seahorse in traditional medicine: A narrative review. *Infectious Diseases and Herbal Medicine*, *2*(1). http://dx.doi.org/10.4081/idhm.2021.158.

Lawson, J. M.; Foster, S. J. y Vincent, A. C. J. **2017**. Low bycatch rates add up to big numbers for a genus of small fishes. *Fisheries*. 42(1): 19-33.

Lin, F. H.; Zheng, A. E.; Li, Y. Q. y Zhu, H. **2015**. Comparison of eight kinds of marine drugs *in vitro* antioxidant activity such as *Hippocampus*. *Journal of Anhui Agr Sc*.43: 73-74.

Lin, Q.; Lin, J.; Lu, J. y Li, B. **2008**. Biochemical composition of six seahorse species, *Hippocampus* sp., from the Chinese coast. *Journal of the world aquaculture society*. 39(2): 225-234.

Lipton, A. P. Conservation mariculture-breeding of seahorses and sacred chanks-Winter School on Recent Advances in Breeding and Larviculture of Marine Finfish and Shellfish, **2009**. Obtenido de http://eprints.cmfri.org.in/5381/ Fecha de último acceso: 3 de mayo de 2022.

Lipton, A. y Thangaraj, M. **2014**. Courtship behaviour, brood characteristics and embryo development in three spotted seahorse, *Hippocampus trimaculatus* (Leach, 1814). *Int Res J Biol Sci*. 3(1): 6-10.

Liu, Q.; Dong, M. L.; Zhang, H.; Kong, L. y Li, W. **2015**. Study on the activity of marine drug-hippocampal hydrolysate. *Hebei Fisheries*. 9: 10-15.

Lourie S. A.; Foster, S.; Cooper, E. y Vincent, A. C. J. *A guide to the identification of seahorses*. Project Seahorse and Traffic North America, University of British Columbia & World Wildlife Fund. Washington D.C. **2004**. 114 p.

Lourie, S. A. *Seahorses: A Life-Size Gide to Every Species*. The University of Chicago Press. Chicago, USA. **2016**. 160 p.

Lourie, S. A. y Randall, J. E. **2003**. A new pygmy seahorse, *Hippocampus denise* (Teleostei: Syngnathidae), from the Indo-Pacific. *Zoological Studies*. 42: 284-291.

Lourie, S.A.; Pollom, R. A. y Foster, S. J. **2016**. A global revision of the Seahorses *Hippocampus* Rafinesque 1810 (Actinopterygii: Syngnathiformes): taxonomy and biogeography with recommendations for further research. *Zootaxa*. 414: 1-66. DOI: 10.11646/zootaxa.4146.1.1.0.

Louw, S. y Bűrgener, M. **2020**. Seahorse trade dynamics from Africa to Asia. *TRAFFIC Bulletin*. 32(1): 37-44.

Mai, A. C. G. y Velasco, G. **2012**. Population dynamics and reproduction of wild longsnout seahorse *Hippocampus reidi*. *J Mar Biol Assoc United Kingdom*. 92: 421–7.

Maldonado-Koerdell, M. **2012**. Estudios etnobiológicos I. *Etnobiología*. 10 (Supl. 1): 52-55.

Mantecón, A.; Juan, M.; Calafat, A.; Becoña, E. y Román, E. **2008**. RespondentDriven sampling: un nuevo método de muestreo para el estudio de poblaciones visibles y ocultas. *Adicciones*. 20(2): 161-170.

Marín, A.; Alfaro, R.; Villegas-Llerena, C.; Reyes-Flores, L. E.; Alvarez-Jaque, I. B.; Robles, C., ... y Zelada-Mázmela, E. **2021**. Molecular tools against the illegal exploitation of the threatened Pacific seahorse *Hippocampus ingens* Girard, 1858. *Journal for Nature Conservation*, 62: 126030. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126030.

Martin-Smith, K. M.; Vincent, A. C. J. **2005**. Seahorse declines in the Derwent estuary, Tasmania in the absence of fishing pressure. *Biol Conserv*. 12: 533–45.

Meeuwig J.; Samoilys M. A.; Erediano J. y Hall H. Fishers' Perceptions on the Seahorse Fishery in Central Philippines: Interactive approaches and an evaluation of results. In N. Haggan, C. Bringnall y L. Wood (Eds). *Putting Fishers' Knowledge to Work*: Conference Proceedings: 27–30 August 2001; Vancouver, Canada. **2003**.

Meeuwig, J.; Samoilys, M. A.; Erediano, J. y Hall, H. Fishers' Perceptions on the Seahorse Fishery in Central Philippines: Interactive approaches and an evaluation of results. Putting Fishers' Knowledge to Work: Conference Proceedings, **2001**. Obtenido de http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=F6E0A6BCF16099EAC5BCBD395C4EBE25?doi=10.1.1.163.3756&rep=rep1&type=pdf. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

Mei, X. T.; Xu, D. H.; Lin, Z. L.; Xu, S. B. y Li, B. J. **2005**. Strengthening and restoring effects of *Hippocampus* Capsule on kidney-deficient rats. *Chin. Tradit. Herb. Drug*. 36: 409–410.

Meng, X. Q.; Xu, D. H. y Mei, X. T. **2005**. Research on *Hippocampus capsule* therapy of experimental benign prostatic hyperplasia. *Chin Pharm J*. 40: 190-3

Meng, X. Q.; Xu, D. H. y Mei, X. T. **2005**. Research on *Hippocampus* capsule therapy of experimental benign prostatic hyperplasia. *Chin. Pharm. J.* 40: 190-193.

Miller, D. J. y Lea, R. N. *Guide to the Coastal Marine Fishes of California*. California Department of Fish and Game. Sacramento, USA. **1972**. 252 p.

Mohammadi, M.; Taheri, B.; Momenzadeh, N.; Salarinia, R.; Nabipour, I.; Farshadzadeh, Z. y Bargahi, A. **2018**. Identification and characterization of novel antimicrobial peptide from *Hippocampus comes* by *In Silico* and experimental studies. *Marine Biotechnology*. 20(6): 718-728.

Monroy-García, C.; Gutiérrez-Pérez, C.; Medina-Quijano, H.; Uribe-Cuevas, M. y Chable-Ek, F*. La actividad pesquera de la flota ribereña en el estado de Yucatán: pesquería de escama*. Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura (INAPESCA). México. **2019**. 102 p.

Morales, E. M. Q.; Lepofsky, D. y Berkes, F. **2017**. Ethnobiology and Fisheries: Learning from the Past for the Present. *Journal of Ethnobiology*. 37(3): 369-379.

Morales-Bojórquez, E. y Pacheco-Bedoya, J. L. 2016. Jumbo squid *Dosidicus gigas*: a new fishery in Ecuador. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 24(1): 98-110.

Morán-Angulo, R. E. y Flores-Campaña, L. M. **2015**. La Pesca en Sinaloa: breve historia y búsqueda del episteme. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*. 11(3): 63-78.

Moreau, M. A.; Hall, H. J. y Vincent, A. C. J. *Proceedings of the first international workshop on Project Sea horse the management and culture of marine species used in traditional medicines* (pp 107–109). Project Seahorse. Montreal, Canada. **2000**. 240 p.

Morgan, S. K. **2007**. The Ontogenetic ecology and conservation of exploited tropical seahorses. Tesis doctoral. University of McGill, Canadá. 296 p.

Mourão, J. S. y Nordi, N. **2006**. Pescadores, peixes, espaço e tempo: uma abordagem etnoecológica. *Interciencia*. 31(6): 358-363.

Mundijo, T.; Midoen, Y. H. y Antarianto, R. D. **2021**. Seahorse (*Hippocampus* sp): opportunities in assisted reproduction with nanotechnology approach. *Indonesian Archives of Biomedical Research*. 1(1): 47–56.

Muños-Carbajal, J. V. y Amaya-Castaño, G.C. Etnociencia, etnoecología y el dialogo intercientífico, **2019**. Obtenido de https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3644/Mu%C3%B1oz_Carvajal_Jenny_Viviana_2019.pdf?sequence=1 Ultima fecha de acceso: 3 de mayo de 2022.

Narchi, N. E.; Cornier, S.; Canu, D. M.; Aguilar-Rosas, L. E.; Bender, M. G.; Jacquelin, C.; ... y De Wit, R. **2014**. Marine ethnobiology a rather neglected area, which can provide an important contribution to ocean and coastal management. *Ocean & Coastal Management*. 89: 117-126.

Ni, J. Q.; Zhang, Z. H. y Li, W. Q. **1997**. Cornu. *China Journal of Chinese Materia Medica*. 12: 750-751

O'Donnell, K. P.; Molloy, P. P. y Vincent, A. C. J. **2012**. Comparing fisher interviews, logbooks, and catch landings estimates of extraction rates in a small-scale fishery. *Coastal Management*. 40: 594–611. https://doi.org/10.1080/08920753.2012.727734.

Ojeda, M. M.; Castillo, A. y Díaz, J.F. *Principios de estadística no paramétrica*. Editorial Academica Española. España. **2013**. 216 p.

Ontiveros-García, L. A. **2005**. *Aspectos reproductivos del cochito blanco Balistes polylepis (Steindachner, 1876) de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa durante 2004-2005*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Sinaloa, México. 63 p.

Ortega, A. y Reyes, H. **2006**. Fecundity, survival and growth of the seahorse *Hippocampus ingens* (Pices: Sygnathidae) under semi-controlled conditions. *Revista de Biología Tropical*. 54(4): 1099-1122.

Ortega-Lizárraga, G. G.; Rodríguez-Domínguez, G.; Pérez-González, R.; Aragón-Noriega, E. A. Y Mendivil-Mendoza, J. E. **2020**. Análisis de la pesquería de jaiba en la región sureste del golfo de California, México. *Revista de biología marina y oceanografía*. 55(1): 59-67.

Ortega-Salas, A. A. y Reyes-Bustamante H. **2006**. Fecundity, survival, and growth of the seahorse *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathidae) under semi-controlled conditions. *Revista de Biología Tropical*. 54(4): 1099-1102.

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, Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, 74 pp.

Ortíz-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 de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Baja California Sur. 74 p.

Ortíz-Alvarez, C.; Pajuelo, M.; Grados, D.; Abrego, M. E.; Barragán-Rocha, A. R.; Barrantes, M.; ... y Alfaro-Shigueto, J. **2020**. Rapid assessments of leatherback small-scale fishery bycatch in internesting areas in the eastern Pacific Ocean. *Frontiers in Marine Science*. 6: 813. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00813-

Pajaro, M. G.; Vincent, A. C. J.; Buhat, D. Y. y Perante, N.C. *The role of seahorse fishers in conservation and management*. Proceedings of the 1st International Symposium in Marine Conservation. Hong Kong. **1997**. Pp. 118-126.

Pajaro, M.G. y Vincent, A. C. J. **2015**. The catch and export of the seahorse trade in the Philippines, pre-CITES. *Fisheries Centre, Working Report*. 2015-02: 1-27.

Palmer, C. T. y Wadley, R. L. **2007**. Local environmental knowledge, talk, and skepticism: using 'LES'to distinguish 'LEK'from 'LET'in Newfoundland. *Human Ecology*. 35(6): 749-760.

Pastor-Gutiérrez, L.; Piloto-Cubero, Y.; Corrada-Wong, R. I. y Chevalier-Monteagudo, P. P. **2011**. Estudio de las poblaciones de caballitos de mar en dos zonas de la costa norte de la Habana y Pinar del Río, Cuba. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras*. 3: 171-181.

Peláez-González, C. La pesca como estrategia de vida en tres generaciones de pescadores de camarón. In E. Guzmán-Gómez; J. A. Madera-Pacheco (Coords.). *Estrategias e identidades productivas campesinas* (pp. 107-125). Asociación Mexicana de Estudios Rurales A.C. México. **2017.**

Peng, W. D. y Chen, Q. L. **2005**. Anti-fatigue effect of enzymatic extract of *Hippocampus*. *Chinese Journal of Food Hygiene*. 5: 404-407.

Perante, N. C.; Pajaro, M. G.; Meeuwig, J. J. y Vincent, A. C. J. **2002**. Biology of a seahorse species *Hippocampus comes* in the central Philippines. *Journal of Fish Biology,* 60: 821–837.

Pereira, L. F.; Silveira, R. B.; da Silva, A. G.; Freitas, M. O. y Abilhoa, V. (2021). Medicinal and mystical-religious uses of seahorses in southern brazilian coast. *Biodiversidade*, 20(4): 168-176.

Pérez-Ruíz, M. L. y Argueta-Villamar, A. **2011**. Saberes indígenas y dialogo intercultural. *Cultura representaciones soc* [online]. 5(10): 31-56.

Perry, A. L.; Lunn, K. E. y Vincent, A. C. J. **2010**. Fisheries, largescale trade, and conservation of seahorses in Malaysia and Thailand. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 20(4): 464-475.

Pettier, J. P. **2019**. Re-enchanting the world: Seahorses' magic and the global trade of affect for wildlife. *Environ. Hist*. 24: 711-717.

Pierri, C.; Cardone, F.; Corriero, G.; Lazic, T.; Quattrocchi, F.; Alabiso, G. y Gristina, M. **2021**. Density decline in a Mediterranean seahorse population: natural fluctuations or new emerging threats?. *Frontiers in Marine Science*, 1177. https://doi.org/10.3389/fmars.2021.692068.

Piña, J. D. Historia de una utopía, Topolobampo y la sociedad que no fue. Revista Espejo. Las Cosas como son, **2021**. Obtenido de https://revistaespejo.com/2021/01/10/historia-de-una-utopia-topolobampo-y-la-sociedad-que-no-fue/ Último acceso: 3 de mayo de 2022.

Planas-Oliver, M. *El caballito de mar*. Los libros de la Catarata: Madrid, España. **2014**. 128 p.

Pollom R. Hippocampus ingens. The IUCN Red List of Threatened Species. **2017**. Obtenido de http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T10072A54905720.en. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

Pomeroy, R. **2016**. A research framework for traditional fisheries: Revisited. *Marine Policy*. 70: 153-163.

Ponce-Díaz, G.; Arregín-Sánchez, F.; Díaz-de León, A. y Torres, P. A. Promotion and management of marine fisheries in Mexico. In: G. Winter (Ed.). *Towards Sustainable Fisheries Law* (pp. 233-249). IUCN. Gland, Switzerland. **2009**.

Posey, D. Etnobiologia: Teoria e prática, **1986**. Obtenido de http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/suma%3Avol1p15-26/S1_0d_Introd_EtnobiologiaTeoriaEPratica_Posey.pdf. Ultima fecha de acceso: 3 de mayo de 2022.

PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección del Ambiente). Asegura PROFEPA 3,636 ejemplares de caballitos de mar deshidratados en Tijuana, Baja California. **2016**. Obtenido de: https://www.gob.mx/profepa/prensa/aseguraprofepa-3-636-ejemplares-de-caballitos-de-mar-deshidratados-en-tijuana-baja-california?idiom=es Último acceso: 3 de mayo de 2022.

PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección del Ambiente). Asegura policía federal cerca de siete mil caballitos de mar considerados especies protegidas. **2017**. Obtenido de https://www.gob.mx/policiafederal/prensa/asegura-policia-federal-cerca-de-siete-mil-caballitos-de-mar-considerados-especies-protegidas&sa=U&ved=2ahUKEwj76au6y6D2AhXJHjQIHZYeDkkQFnoECAUQAg&usg=AOvVaw0x0ImkDymfSIv2qAi7jcGP. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección del Ambiente). Detienen a pasajero en el AICM que llevaba ilegalmente caballitos de mar a China; inició proceso penal por delitos contra la biodiversidad. **2018**. Obtenido de https://www.gob.mx/profepa/prensa/detienen-a-pasajero-en-el-aicm-que-llevaba-ilegalmente-caballitos-de-mar-a-china-inicio-proceso-penal-por-delitos-contra-la-biodiversidad?idiom=es Último acceso: 3 de mayo de 2022.

PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección del Ambiente). Guardia Nacional asegura 541 piezas de caballito de mar sujetas a protección especial. **2019**. Obtenido de https://www.gob.mx/guardianacional/prensa/guardia-nacional-asegura-541-piezas-de-caballito-de-mar-sujetas-a-proteccion-especial Último acceso: 3 de mayo de 2022.

Qin, G.; Johnson, C.; Zhang, Y.; Zhang, H.; Yin, J.; Miller, G.; ... y Lin, Q. **2018**. Temperature-induced physiological stress and reproductive characteristics of the migratory seahorse *Hippocampus erectus* during a thermal stress simulation. *Biology open*, 7(6): 1-7. https://doi.org/10.1242/bio.032888.

Qin, G.; Lin, Q.; Gu, N.; Lin, J. y Huang, L. **2012**. Effect of broodstock origin, background and substrate color on skin coloration of three-spotted seahorses *Hippocampus trimaculatus* Leach, 1814. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 416: 129-134.

Ramírez-Pérez, J. S.; García-Rodríguez, F. J.; Quiñonez-Velázquez, C. y Rodríguez-Domínguez, G. **2015**. Recognizing species from commercial catches: Molecular and morphometric analyses of *Scomberomorus* spp. Off the Mexican Pacific Coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 15(2): 205-214.

Rasteiro, A. Religião, medicação e informação/desinformação na época de Amato Lusitano. In A. Sallvado (Ed). *Medicina na Beira do Interior da Pré-História ao Século XXI. Cadernos de Cultura, n.17– Século XVI*. Quarteto Editora. Coimbra. **2003**. http://www.historiadamedicina.ubi.pt/cadernos_medicina/vol17.pdf

Reyna-González, P. C.; Romero-Hernández, E. y Lorenzo-Rosas, J. A. **2019**. Comportamiento espacial de la pesca artesanal en el litoral de Veracruz, México. *Revista De Biología Marina Y Oceanografía*. 54(2): 180–193. https://doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.2.1889.

Rosa, I. L.; Alves, R.; Bonifácio, K.; Mourão, J. S.; Osório, F. M.; Oliveira, T. P. R. y Nottingham, M. C. **2005**. Fishers' knowledge and seahorse conservation in Brazil. *J Ethnobiol Ethnomed*. *2005*, 1:12. https://doi.org/10.1186/1746-4269-1-12.

Rosa, I. L.; Oliveira, T. P. R. y Alves, R. R. N. Entre o corpo e o espírito: uso medicinal de cavalos marinhos no Brasil. In: R. R. N. Alves, W. M. S. Souto y J. S. Mourão (Eds.). *A Etnozoologia no Brasil: importância, status atual e perspectivas* (pp. 323-346). NUPEEA. Recife. **2010**.

Rosa, I. L.; Oliveira, T. P.; Castro, A. L.; Moraes, L. E.; Xavier, J. H.; Nottingham, M. C.; ... y Monteiro-Neto, C. **2007**. Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). *Neotropical Ichthyology*. 5(3): 405-414.

Rosa, I. L.; Oliveira, T. P.; Osório, F. M.; Moraes, L. E.; Castro, A. L.; Barros, G. M., y Alves, R. **2011**. Fisheries and trade of seahorses in Brazil: historical perspective, current trends, and future directions. *Biodiversity and Conservation*. 20(9): 1951-1971.

Rose, E.; Simmonds, M.; Hayashida-Boyles, A. L. y Masonjones, H. D. **2019**. Seasonal and spatial variation in the reproductive biology of the dwarf seahorse *Hippocampus zosterae*. *Journal of Fish Biology*. 95 (2): 357-366.

Rosen, G. E. y Smith K. F. **2010**. Summarizing the evidence on the international trade in illegal wildlife*. EcoHealth*. 7: 24-32

Rubio-Cisneros, N. T.; Moreno-Báez, M.; Glover, J.; Rissolo, D.; Sáenz-Arroyo, A.; Götz, C.; ... y Antele, F. **2019**. Poor fisheries data, many fishers, and increasing tourism development: Interdisciplinary views on past and current small-scale fisheries exploitation on Holbox Island. *Marine Policy*. 100: 8-20.

Ruiz-Velasquez, L. J.; Fariña, A. R.; Rojas, M. y Alió, J. **2017**. Etnoicitología y aspectos pesqueros de grupos humanos que habitan comunidades pesqueras del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Revista Bio Ciencias*. 4(5): 1-21. https://doi.org/10.15741/revbio.04.05.03.

Ryu B.; Qian, Z. J. y Kim, S. K. **2010b**. SHP-1, a novel peptide isolated from seahorse inhibits collagen release through the suppression of collagenases

1 and 3, nitric oxide products regulated by NF-kB/p38 kinase. *Peptides*. 31: 79e81. https://doi.org/10.1016/j.peptides.2009.10.019.

Ryu, B.; Qian, Z. J. y Kim, S. K. **2010a**. Purification of a peptide from seahorse, that inhibits TPA-induced MMP, iNOS and COX-2 expression through MAPK and NF-κB activation, and induces human osteoblastic and chondrocytic differentiation. *Chemico-biological interactions*. 184(3): 413-422.

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). Acuerdo por el que se da a conocer el plan de manejo pesquero ecosistémico del sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, ubicado en los municipios de Navolato y Culiacán, del estado de Sinaloa. **2019**. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5573266&fecha=24/09/2019. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

Santos-Fita, D.; Arqueta-Villamar, A.; Astorga-Domínguez, M. y Quiñones-Martínez, M. **2012**. La etnozoología en México: La producción bibliográfica del siglo XXI (2000-2011). *Etnobiología*. 10(1): 41-51.

Santos-Fita, D.; Costa-Neto, E. M. y Cano-Contreras, E. J. El quehacer de la etnozoología. En: E. M. Costa-Neto, M. Vargas-Clavijo y D. Santos-Fita. (Coords.). *Manual de Etnozoología. Una guía teórico-práctica para investigar la interconexión del ser humano con los animales* (pp:23-44). Tundra Ediciones. Valencia. **2009**.

Sariego-Rodríguez, J. L. **2016**. Matrices indígenas del norte de México. *Desacatos*. 50: 172-183.

Schuhbauer, A.; Cisneros-Montemayor, A. M.; Chuenpagdee, R. y Sumaila, U. R. **2019**. Assessing the economic viability of small-scale fisheries: an example from Mexico. *Marine Ecology Progress Series*. 617: 365-376.

Schwarz-Junior, R.; Franco, A. C. N. P.; Ribeiro, A. D. S.; Martins, M. A.; Soeth, M.; Cardoso, O. R. y Spach, H. L. **2021**. Ecological and growth patterns of the longsnout seahorse *Hippocampus reidi* inferred by mark-recapture techniques in a tropical estuary. *Biota Neotropica*, 21. https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1130.

Secretaría de Pesca y Acuacultura del Estado de Sinaloa. Reglamento Interior de la Secretaría de Pesca y Acuacultura. **2017**. Obtenido de http://iip.congresosinaloa.gob.mx/docs/reg/055.pdf. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

Seixas, C. y Begossi, A. **2001**. Ethnozoology of fishing communities from Ilha Grande (Atlantic Forest Coast, Brazil). *Journal of Ethnobiology*. 21(1): 107-135.

SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). **2010**. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección*, Jueves 30 de Diciembre de 2010.

SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Compendio de estadísticas ambientales, **2018**. Obtenido de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/02_economica/pesca.html Último acceso: 28 de septiembre de 2020.

Shi, R. C.; Yao, L. X.; Bei, X. F.; Zhu, J. P. y Wang, J. **2006**. Chinese medicine rehabilitative therapy for periarthritis of shoulder. *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation*. 10: 150–152.

Silva, M. L. V.; Alves, Ñ. G. C. y Almeida, A. V. **2004**. A zooterapia no Recife (Pernambuco): uma articulação entre as práticas e a história. *Biotemas*. 17(1):95–116

Silvano, R. A. y Begossi, A. **2002**. Ethnoicththyology and fish conservation in the Piracicaba River (Brasil). *Journal of Ethnobiology*. 22(2): 283-306.

Silvano, R. A. y Valbo-Jørgensen, J. **2008**. Beyond fishermen's tales: contributions of fishers' local ecological knowledge to fish ecology and fisheries management. *Environment, Development and Sustainability*. 10(5): 657-675.

Sosa-Nishizaki, O.; García-Rodríguez, E.; Morales-Portillo, C. D.; Pérez-Jiménez, J. C.; Rodríguez-Medrano, M. D. C.; Bizzarro, J. J. y Castillo-Géniz, J. L. **2020**. Fisheries interactions and the challenges for target and nontargeted take on shark conservation in the Mexican Pacific. *Advances in Marine Biology*. 85(1): 39-69.

Stanton, L. M.; Foster, S. J. y Vincent, A. C. J. **2021**. Identifying national conservation status, legislation and priorities for syngnathid fishes globally. *Fisheries Centre Research Reports*. 29(2): 43 p.

Stocks, A. P.; Foster, S. J.; Bat, N. K. y Vincent, A. C. J. **2017**. Catch as catch can: Targeted and indiscriminate small-scale fishing of seahorses in Vietnam.

Fisheries Research. 196: 27–33. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.07.021.

Stocks, A. P.; Foster, S. J.; Bat, N. K.; Ha, N. M. y Vincent, A. C. J. **2019**. Local fishers' knowledge of target and incidental seahorse catch in southern Vietnam. *Human Ecology*. 47(3): 397-408.

Taylan, B.; Gürkan, Ş. y Taşkavak, E. **2020**. Reproductive biology of the Short-snouted Seahorse, *Hippocampus hippocampus* (Linnaeus, 1758) in the Eastern Black Sea of Turkey (Osteichthyes: Syngnathidae). *Zoology in the Middle East*. 66: 222-231. https://doi.org/10.1080/09397140.2020.1757921.

Ternes, M. L.; Gerhardinger, L. C. y Schiavetti, A. **2016**. Seahorses in focus: local ecological knowledge of seahorse-watching operators in a tropical estuary. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 12(1): 52. https://doi.org/10.1186/s13002-016-0125-8.

Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. *La memoria biocultural : la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria editorial. Barcelona. **2008**. 236 p.

Tolentino-Arévalo, O.; Markantoni, M.; Espinoza-Tenorio, A. y Mesa-Jurado, M. A.¿. Drivers of adaptive capacity to climate change in coastal fishing communities of Tabasco, Mexico. In S. Salas, M. J. Barragán-Paladines, R. Chuenpagdee (Eds.). *Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin America and The Caribbean* (pp. 125-147). Springer, Cham. **2019**. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76078-0.

Ut, V. N. y Tam, T. C. Species composition and fishing status of seahorses (*Hippocampus* spp.) in Phu Quoc Island, Vietnam. In: *Proceedings of international conference on Bien dong*. p 1–7, **2012**. Obtenido de https://fisheries.sites.olt.ubc.ca/files/2019/04/Final-FCRR-25-2-Seahorse-exploitation-VietNam.pdf. Último acceso: 3 de mayo de 2022.

Vaidyanathan, T. y Vincent, A. C. J. **2021**. State of seahorse fisheries in India, nearly two decades after they were banned. *Biodiversity and Conservation*. 30(7): 2223-2253.

Vaidyanathan, T.; Zhang, X.; Balakrishnan, R. y Vincent, A. **2021**. Catch and trade bans for seahorses can be negated by non-selective fisheries. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 31(1): 43-59.

Valdez-Pineda, M. C. **2006**. *Estrategia de educación ambiental para los pescadores ribereños de playa Norte, Municipio de Mazatlán, Sinaloa, México*. Tesis de maestría. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. 112 p.

Valladeres S.; Soto, D. X. y Planas-Oliver, M. **2016**. Dietary composition of endangered seahorses determined by stable isotope analysis. *Marine and Freshwater Research*. 68(5): 831-839.

Vega-Aviña, R. 2021. Catálogo y base de datos preliminar de la flora de Sinaloa. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). Obtenido de https://doi.org/10.15468/rdm1oa. Último acceso 30 de abril de 2022.

Vincent, A. C. J. The international trade in seahorses. TRAFFIC International, Oxford University Press. Oxford. **1996**. 163 p.

Vincent, A. C. J.; Foster, S. J. y Koldewey, H. J. **2011**. Conservation and management of seahorses and other Syngnathidae. *J. Fish Biol.* 78: 1681–1724. doi: 10.1111/j.1095-8649.2011.03003.x

Vincent, A. C. J.; Foster, S. J. y Koldewey, H. J. **2011**. Conservation and management of seahorses and other Syngnathidae. *Journal of Fish Biology,* 78(6), 1681-1724.

Vincent, A. C. J.; Sadovy de Mitcheson, Y. J.; Fowler, S. L. y Lieberman, S. **2013**. The role of CITES in the conservation of marine fishes subject to international trade. *Fish and Fisheries*. 15: 563–592. https://doi.org/10.1111/faf.12035.

Vincent, A. C. The International Trade in Seahorses. TRAFFIC International. Cambridge. **1996**. 163 p.

Vite-García, N.; López-Jiménez, S. y Rangel-López, L. **2017**. Culture conditions for *Hippocampus* spp.(Teleostei: Syngnathidae): research in the XXI century. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 45(1): 1-17.

Wang, H.; Chen, J. J.; Wang, L. L.; Zhang, D. L.; Wang, X. R.; Lee, S. C. y Yang, D. F. **2000**. Evaluation of DPPH free radical scavenging capability of *Hippocampus japonicus kuda* and their HPLC Fingerprint. *Chin Pharm J*. 44: 1121-1125.

Whittington, C. M.; Musolf, K.; Sommer, S. y Wilson, A. B. **2013**. Behavioural cues of reproductive status in seahorses *Hippocampus abdominalis*. *Journal of fish biology*. 83(1): 220-226.

Wilson, P. C. y Beckett, J. S. **1970**. Atlantic Ocean distribution of the pelagic stingray, *Dasyatis violacea*. *Copeia,* 1970: 696-707.

Xu, D. H. y Xu, S. B. **1997**. Anti-thrombosis effect of extract of *Hippocampus kelloggi* on rats and its component analysis. *Chinese Journal of Marine Drugs*. 1: 11-13

Xu, D. H.; Mei, X. T.; Li, B. J.; Lin, Z. L. y Xu, S. B. **2003**. Pharmacological Effects of *Hippocampus* capsule on improving sexual function of rats. *Journal of Chinese Medicinal Materials*. 26: 807-808

Xu, D. H.; Wang, L. H.; Mei, X. T.; Li, B. J.; Lv, J. L. y Xu, S. B. **2014**. Protective effects of seahorse extracts in a rat castration and testosterone-induced benign prostatic hyperplasia model and mouse oligospermatism model. *Environ. Toxicol. Pharmacol*. 37: 679-688.

Yang, Y. J.; Kim, S. K. y Park, S. J. **2012**. An anti-inflammatory peptide isolated from seahorse *Hippocampus kuda* bleeler inhibits the invasive potential of MG-63 Osteosarcoma cells. *Fisheries and aquatic sciences*. 15(1): 29-36.

Yip, M. Y.; Lim, A. C. O.; Chong, V. C.; Lawson, J. M. y Foster, S.J. **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.

Zetina-Rejón, M. J.; Zepeda-Domínguez, J. A.; Rodríguez-Fuentes, M. y Fumero-Andreu, C. M. **2020**. Stakeholder diversity correlates with governance network performance in two artisanal fisheries in Northwest Mexico. *Ocean & Coastal Management*. 196: 105313. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105313.

Zhang, N.; Xu, B.; Mou, C.; Yang, W.; Wei, J.; Lu, L.; … y Xu, A. **2003**. Molecular profile of the unique species of traditional Chinese medicine, Chinese seahorse (*Hippocampus kuda*). *FEBS Letters*. 550: 124–134.

Zhang, X., y Vincent, A. C. **2018**. Predicting distributions, habitat preferences and associated conservation implications for a genus of rare fishes, seahorses (*Hippocampus* spp.). *Diversity and Distributions*. 24(7): 1005-1017.

Zhang, Y. Y.; Ryu, B. M. y Qian, Z. J. **2017**. A review-biology, aquaculture and medical use of seahorse, *Hippocampus* spp. *Annual Research & Review in Biology*, 1-12. https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/34152.

Zhang, Z. H.; Xu, G. J.: Xu, L. y Wang, Q. **1994**. Effects of five kinds of hippocampal extracts on L-glutamate-induced Antagonistic effect of calcium influx in neurons. *Chinese*

Zhu, A. M. **2005**. Pharmacologic researches on ethanol extracts from *Hippocampus*. *Chinese Pharmaceutical Affair*. 1: 23-24.

ANEXO 1. Dictaminación del proyecto de investigación por parte del Comité de Ética en la Investigación (CEI)

UACJ | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

Comité de Ética en la Investigación

CEI-2021-1-353

Ciudad Juárez, Chihuahua, a 10 de junio de 2021

Dra. Miroslava Quiñonez Martínez
Presente.

El Comité de Ética en la Investigación (CEI), después de recibir el protocolo de investigación CEI-2021-1-48, denominado "PRODUCCIÓN DE PLANTULAS DE *Pinus engelmannii* MICORRIZADAS CON HONGOS MACROMICETOS DE USO POTENCIAL CON FINES DE REFORESTACION", resolvió:

Dictamen favorable

Atentamente
"Por una vida científica
Por una ciencia vital"

Dra. Gwendolyne Peraza Mercado
Presidente del Comité de Ética en la Investigación

Dra. María de Jesús Viloria Beltrán
Secretaria del Comité de Ética en la Investigación

c.c.p. Archivo.

ANEXO 2. GUION DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Formato de entrevista semi-estructurada
Estudio pesquero y conocimiento ecológico local del caballito de mar (*Hippocampus ingens*)

Fecha:_____ Nº entrevista:_____
Localidad:_____
Nombre del entrevistado:_____
Edad:_____Lugar de Nacimiento:_____
Ocupación:_____ Grado de Escolaridad:_____
Religión:_____Estado civil:_____ Años residiendo en la comunidad:_____

INFORMACIÓN BÁSICA DE PESCA

1. ¿Desde cuándo usted se dedica a la pesca?
2. ¿A qué tipo de pesca (especies) acostumbra a dedicarse?
3. ¿Dónde y con quién aprendió?
4. ¿Qué especies pesca?
5. ¿Pesca esta/estas especies durante todo el año?

ESFUERZO PESQUERO

1. ¿Qué tipo de artes de pesca usted utiliza actualmente?
2. ¿Utiliza usted el mismo tipo de equipo durante todo el año?
3. ¿Cuál es la longitud del barco que usted está utilizando?
4. ¿Qué tan grande es la red que usted utiliza? ¿Cuál es el tamaño de la malla?
5. ¿Qué tipo de motor está utilizando?
6. ¿Cuánto combustible utiliza en un viaje de pesca promedio?
7. ¿Cuántas personas trabajan en su barco?
8. ¿Cuánto dura un viaje de pesca promedio para usted? ¿A qué hora suele y usted salir al mar y a qué hora regresa?
9. ¿Cuánto tiempo deja sus redes abajo, o cuánto tiempo pasa buceando?
10. ¿Cuántos días al mes pasa pescando?
11. ¿Cuántos meses del año se pesca?
12. ¿Dónde se pesca? ¿Suele pescar allí todo el tiempo?
13. ¿A qué profundidad pesca?
14. ¿Conoce usted cuál es el sustrato y el hábitat en esta área?

CAPTURA Y COMERCIALIZACIÓN DE CABALLITOS DE MAR

1. ¿Ha capturado o captura caballitos de mar?
2. ¿Cuáles son los modos que usted emplea para capturar caballitos de mar? (Apóyese con la siguiente lista: A) Búsqueda y captura dirigida de caballitos de mar; B) Captura los caballitos de mar solo cuando se encuentran pescando; C) Como captura incidental de redes de pesca; D) Otros:_____)
3. ¿Hay alguna temporada en la que usted captura/encuentre más caballitos de mar? (Temporada alta)
4. En promedio para *unidad de tiempo* en *temporada alta*, ¿cuántos caballitos de mar usted captura?
5. En promedio para *segunda unidad de tiempo* en *temporada alta*, ¿cuántos caballitos de mar usted captura?
6. ¿Hay una temporada en la que usted capture/encuentre menos caballitos de mar? (Temporada baja)
7. En promedio para *unidad de tiempo* en *temporada baja*, ¿cuántos caballitos de mar captura?

8. En promedio para *segunda unidad de tiempo* en *temporada baja*, ¿cuántos caballitos de mar captura?
9. ¿Qué características considera usted importantes para capturar a un caballito de mar?
10. ¿Ha regresado caballitos de mar al mar después de capturarlos?
11. ¿Los caballitos de mar están vivos o muertos al momento del desembarque?
12. ¿Qué rango de tamaño de caballitos de mar usted captura? ¿De qué tamaño son la mayoría de los caballitos de mar que usted captura? [= tamaño promedio]
13. ¿Qué hace usted con los caballitos de mar que atrapa? (Apóyese: A) Utilizado en la familia como medicamento para enfermedades; B) Vendidos a compradores de caballitos de mar; C) Hechos como decoración en casa; D) Hechos como juguetes para mis hijos; E) Guardados en acuario en casa)
14. ¿A dónde va a vender su familia los caballitos de mar? (Apóyese: A) En la misma comunidad pesquera; B) En otra comunidad pesquera; C) En la ciudad; D) En otra ciudad; E) Otros_____)
15. ¿Qué tipo de caballitos de mar usualmente vende? (Apóyese: A) Vivos, B) Secos, C) Muertos, pero no secos; D) Otros:_____)
16. ¿Ha empleado o conoce usted algún uso medicinal atribuido a los caballitos de mar?, ¿Cuáles son las enfermedades que observó que se curaron con el uso de caballitos de mar?, ¿Cómo se aplica? (Se permiten múltiples respuestas)
17. ¿Cuál es el precio de los caballitos de mar?
18. ¿Cómo compara el precio de compra de los caballitos de mar entre hace __ años con respecto a los de actualmente?
19. Si hubiera disminuido, ¿qué porcentaje aproximado estima es la disminución?
20. Si hubiera aumentado, ¿qué porcentaje aproximado es el aumento?
21. ¿Cómo compara usted la cantidad de residentes de la comunidad que observó que participaron en la captura de caballitos de mar hace __ años?

CONDICIONES PERCIBIDAS DE LOS CABALLITOS DE MAR A LO LARGO DEL TIEMPO

1. ¿En qué parte de la costa observa que viven los caballitos de mar?
2. En general ¿cómo califica la condición del suministro de caballitos de mar en los mares que rodean la bahía hace __ años?
3. En general, ¿cómo califica la condición del suministro de caballitos de mar en los mares que rodean la zona actualmente?
   (SI HAY CUALQUIER DISMINUCIÓN NOTADA) ¿Por qué hay una disminución en el suministro de caballitos de mar en los mares que rodean la zona?
   (SI HAY UN INCREMENTO NOTADO) ¿Por qué hay un aumento en el suministro de caballitos de mar en los mares que rodean la zona?
4. ¿Cómo califica la cantidad de caballitos de mar capturados en los mares que rodean la zona hace __ años?
5. ¿Cómo califica la cantidad de caballitos de mar capturados en los mares que rodean la zona actualmente?
   (SI HAY CUALQUIER DISMINUCIÓN NOTADA) ¿Por qué hay una disminución en la cantidad de caballitos de mar capturados en los mares que rodean la zona?
   (SI HAY UN INCREMENTO NOTADO) ¿Por qué hay un aumento en la cantidad de caballitos de mar capturados en los mares que rodean la zona?
6. ¿Cómo califica la talla (altura) de caballitos de mar capturados en los mares que rodean la zona hace __ años?
7. ¿Cómo califica la talla (altura) de caballitos de mar capturados en los mares que rodean la zona actualmente?

(SI HAY CUALQUIER DISMINUCIÓN NOTADA) ¿Por qué hay una disminución en la talla (altura) de caballitos de mar capturados en los mares que rodean la zona?
(SI HAY UN INCREMENTO NOTADO) ¿Por qué hay un aumento en la talla (altura) de caballitos de mar capturados en los mares que rodean la zona?

8. ¿Cómo se compara la cantidad de caballitos de mar que captura con otros barcos, u otros tipos de barcos o aparejos?
9. ¿Cree que la pesca en esta área es sostenible?
10. En caso afirmativo, ¿por qué?; No es así, ¿por qué no?
11. ¿Qué se puede hacer para mejorar la sostenibilidad de la pesca donde se pesca?

CONOCIMIENTO ETNOBIOLÓGICO DE LOS CABALLITOS DE MAR

1. ¿Cuál es el nombre que les da usted a los caballitos de mar?
2. ¿Cómo diferencia los sexos de los caballitos de mar?
3. ¿Cuándo ha visto caballitos de mar ¿Cómo es su estructura social, en cuántos números es común encontrarlos?
4. ¿Conoce cuál de los dos sexos es el encargado de portar los huevecillos hasta su eclosión?
5. ¿Cómo identifica a un caballito de mar “embarazado”?
6. ¿Conoce cuál es el periodo reproductivo de los caballitos de mar? ¿Ha observado el proceso de reproducción directa o indirectamente?
7. ¿Conoce de qué se alimentan los caballitos de mar? ¿Ha observado el proceso de alimentación directa o indirectamente?
8. ¿Podría mencionar algunas presas comunes de los caballitos de mar?
9. ¿Ha observado o escuchado directa o indirectamente animales que incluyan en su dieta a los caballitos de mar?
10. ¿Conoce o identifica que hábitats prefieren los caballitos de mar?

CONOCIMIENTOS SOBRE GESTIÓN, MANEJO, LEGISLACIÓN

1. ¿Está familiarizado con alguna norma, reglamento o convención de comercio de especies silvestres?
2. ¿De quién / dónde aprendió sobre ellos?
3. ¿Qué regulaciones conoce actualmente sobre la captura y comercialización de los caballitos de mar? (Apoyése de los siguientes: A) Prohibición en la captura y comercialización de caballitos de mar pequeños (menos de 10 cm de tamaño); B) Prohibición en la captura y comercialización de caballitos de mar en gestación; C) Prohibición total en la captura y comercialización de todo tipo de caballitos de mar; C) Se permite la captura y comercialización de aquellos caballitos de mar obtenidos por pesca incidental; D) Observancia de la temporada abierta y cerrada para la captura de caballitos de mar)
4. ¿Cómo se siente o reacciona usted ante las regulaciones en la captura y comercialización de los caballitos de mar?
5. ¿Qué agencia u organización está informando a la comunidad sobre las regulaciones en la captura y comercialización de caballitos de mar?
6. ¿Cómo sabe acerca de las regulaciones en la captura y comercialización de los caballitos de mar?
7. ¿Sabe usted si de manera local existen normas para regular la pesca de caballitos de mar en la región?

ANEXO 3. Formato de carta de consentimiento informado

Carta de consentimiento informado

A través de este consentimiento se manifiesta que:
Se le está invitando a participar en el proyecto de investigación "**Etnobiología y estudio pesquero de *Hippocampus ingens* en el Noroeste de México"** que tiene como objetivo general diagnosticar el estado de pesca, uso y comercialización de las poblaciones silvestres del caballito de mar en el noroeste del pacífico mexicano a través de un modelo pesquero elaborado con conocimiento tradicional de pescadores artesanales.
Su participación consiste en ofrecer una entrevista semiestructurada con preguntas para documentar la comprensión de los pescadores y vendedores sobre la biología, la pesca, el comercio, la conservación y la gestión de las poblaciones locales de caballitos de mar para identificar el uso doméstico, estado de la pesca y comercialización de esta especie de pez, cabe señalar que dada la contingencia por la que estamos atravesando, las entrevistas se pretenden llevar a cabo siguiendo los lineamientos de sana distancia, interactuando verbalmente con los entrevistados a una distancia de 1.5 m.

Los riesgos que se pueden derivar de los procedimientos dada la modalidad de la investigación son nulos en términos de integridad física, no obstante, en términos de atención a la información, esta podría verse afectada por los distractores, afectando la calidad de esta, sin embargo, se contará con apoyo técnico para disminuir esos riesgos.

El estudio presenta los siguientes beneficios: 1) diagnosticar el estado de la pesca actual para una especie que es de importancia ecológica y con alto valor comercial, pero con nulo o escaso manejo pesquero; 2) se identificará el uso doméstico de la especie; 3) el modo de comercialización de la especie, y finalmente, se obtendrá conocimiento etnobioecológico de este pez.

Se me ha explicado que mi participación es voluntaria y que puedo abandonar el estudio en el momento que lo desee sin que esto afecte mi relación con ninguna institución y/u organización, de igual manera se me ha garantizado que los datos proporcionados no serán publicados sin mi consentimiento, así mismo, se me aseguró el uso de seudónimo para mantener mi anonimato.

Declaro que todo lo que se ha mencionado en este documento me fue explicado verbalmente.

Con fecha _____ y, habiendo comprendido lo anterior y una vez que se me aclararon todas las dudas que surgieron con respecto a mi participación, acepto participar en el estudio antes mencionado.

_____
Nombre, firma y/o huella digital del/la participante o responsable legal

_____
Nombre y firma del testigo 1
Dirección:

Relación que guarda con el participante: _____

Nota: Por la naturaleza del estudio, la edad de los entrevistados debe ser mayor de 18 años.
Este documento se extiende por duplicado, quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o de su representante legal y el otro en poder del investigador. Queda entendido que este documento estará disponible para su consulta y deberá ser conservado por el investigador responsable durante un mínimo de 5 años (NOM-004-SSA3-2012).
Para preguntas o comentarios comunicarse con los investigadores la Dra. Miroslava Quiñonez Martínez, Responsable del Proyecto, al teléfono 656 176 4459, correo electrónico mquinone@uacj.mx, y con el Dr, Jesús Manuel Díaz Gaxiola al teléfono 668 163 3171 y al correo electrónico jesusmdiazg@gmail.com o bien, con Jesus Alejandro Najera Medellin encargado de la elaboración del proyecto al teléfono +1 575 386 2032 y al correo electrónico al198940@alumnos.uacj.mx.
En caso de sentir vulnerados sus derechos, puede comunicarse con la Dra. Gwendolyne Castillo Peraza y/o la Dra. María de Jesús Viloria Beltrán, Presidenta y Secretaria del Comité de Ética en la Investigación (CEI) de la UACJ, a los correos gperaza@uacj.mx y maria.viloria@uacj.mx