



Cultivo de caballo marino *Hippocampus abdominalis*, un caso de estudio. (Parte 1)

Dr. Leonardo Martínez Cárdenas

México posee una gran diversidad de especies tropicales de peces teleósteos y entre ellos se destacan las especies de caballo marino en las costas del pacífico noroeste del país (incluidas las costas nayaritas), donde existe mayor abundancia de especies en comparación con otros puntos de las costas mexicanas tales como el Golfo de México o el sureste del país. La especie predominante es *Hippocampus erectus*, una especie tropical que entre sus atributos presenta una magnífica coloración que puede variar entre rojo, púrpura y amarillo. Es una especie medianamente estudiada que cuenta ya con algunas aproximaciones al cultivo comercial en México. Por el momento su producción comercial internacional ha estado a cargo de la empresa Ocean Rider Inc, Hawaii.

Contexto mundial

Existen aproximadamente 33 especies de caballos marinos pertenecientes al género *Hippocampus* el cual, a su vez, es miembro de la familia Syngnathidae, término latino que significa "boca en forma de tubo", y que hace referencia al hocico alargado de los caballos marinos que se asemeja a la de un caballo terrestre. Otros miembros menos populares en la cultura global que pertenecen a la misma familia son el pez aguja, del cual existen algunas especies en México, y los dragones de mar, los cuales son endémicos de los mares del sur de Australia.



Figura 1. Caballo marino consumido como platillo gourmet en Asia.

Los caballos marinos son un género popular en la industria de la acuariofilia a nivel mundial, cuya demanda se satisface principalmente con organismos capturados en su hábitat natural y con un reducido número de caballos marinos cultivados de manera comercial, los cuales son más costosos que los capturados en el medio natural.

La industria dedicada a la comercialización de caballos marinos enfrenta desafíos más complejos comparados con otras especies de peces de acuario. Por ejemplo, mientras otras especies marinas aceptan alimento artificial, los caballos marinos dependen de alimento vivo, que es más costoso de producir o de capturar, ya que requiere infraestructura adicional para mantener una buena

calidad en el. Estas características restringen el objetivo de mercado del caballo marino a acuaristas experimentados.

Los caballos marinos son parte de las exhibiciones de numerosos parques educativo/recreativos y acuarios en las principales ciudades del mundo. Algunos ejemplos son los acuarios de Melbourne y Sydney, en Australia así como Chicago en los Estados Unidos de Norteamérica. Algunas piscifactorías como Seahorse World Pty. Ltd. (Australia) y Ocean Rider, Inc. (Hawaii) también ofrecen visitas guiadas al público con fines educativos.

Cifras del tráfico de caballo marino, publicadas en 1995, evidenciaron el efecto de la sobrepesca en poblaciones naturales a nivel mundial.

La medicina tradicional China (MTCh) utiliza caballos marinos secos de diversas especies como ingrediente en numerosos medicamentos para tratar padecimientos como asma, arterioesclerosis, incontinencia o como afrodisiacos. Para satisfacer la demanda de la MTCh se depende más de la captura, que de la producción acuícola. La presión ejercida sobre las poblaciones naturales ha ocasionado que el género entero *Hippocampus* haya sido incluido en el Apéndice II del principal organismo regulador del tráfico de organismos en peligro de extinción (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: CITES).

En 2004 una de las especies de caballo marino fue considerada en peligro de extinción, otras nueve consideradas como vulnerables y el resto aparece como especies con datos insuficientes para dictamen. Algunas de las acciones que se han adoptado para aliviar la presión sobre las poblaciones silvestres son el establecimiento de reservas naturales, el desarrollo de técnicas de

cultivo y aplicación de regulaciones pesqueras en concordancia con los pescadores de caballo marino y organismos gubernamentales de los distintos países donde se explotan. El establecimiento de técnicas de cultivo es también una opción para aliviar la presión de poblaciones silvestres.

De las 33 especies de caballo marino reconocidas, 10 son actualmente reproducidas en cautiverio en escala comercial, y cuatro de éstas: el caballo marino barrigón (*Hippocampus abdominalis*), el caballo marino amarillo (*H. kuda*), el caballo marino de hocico largo (*H. reidi*) y el caballo marino de Knysa (*H. capensis*), son en estuarinas. En 1988 el caballo marino de Knysa fue incluido en la lista de peligro en el apéndice II de CITES ya que su población declinó debido a mortalidades causadas parcialmente por inundaciones de agua dulce en el estuario de donde es endémico, a pesar de que esta especie tiene una amplia tolerancia a fluctuaciones de salinidad que van de 1-59 partes por mil (una parte por mil equivale a un gramo de sal por cada litro de agua, el agua de mar tiene aproximadamente 35 gr/lit). Las buenas noticias son que gracias al desarrollo de técnicas apropiadas acuícolas, actualmente *H. capensis* está siendo cultivado tan exitosamente que ya se comercializa en el complejo Ocean Rider, Inc., en Hawaii.



Figura 2. Caballos marinos deshidratados entre otros organismos a la venta como ingredientes para la medicina tradicional china.

Biología del caballo marino

Los caballos marinos presentan procesos biológicos únicos en el reino animal, tales como su estrategia reproductiva la cual incluye una espectacular exhibición de cortejo después de la cual la hembra transfiere los huevecillos al bolso de crianza del macho. En este bolso tiene lugar un embarazo real ya que se ha evidenciado la interacción de nutrientes y gases entre el padre y los embriones. En especies de aguas templadas tales como *H. abdominalis* de 300 (a partir de adultos de ocho meses de edad) a 1000 (a partir de adultos de dos años) juveniles semejantes a los adultos, emergen del bolso después de tres o cuatro semanas de gestación y son completamente capaces de alimentarse por sí mismos y nadar libremente. En especies tropicales tales como *H. zosteræ* y *H. kuda* la gestación dura solo un par de semanas. *H. abdominalis* puede reproducirse todo el año en su ambiente natural al igual que en cautiverio, siempre y cuando se mantenga una temperatura constante. En comparación con otros teleosteos se producen cantidades relativamente escasas de recién nacidos como resultado de la especializada biología reproductiva de los caballos marinos, lo cual representa un número limitado de organismos disponibles para experimentación.

Las interacciones sociales en su hábitat natural incluyen reconocimientos diarios entre la pareja como parte del cortejo, lo que se ha interpretado como un fenómeno de monogamia en algunas especies que conservan la misma pareja durante periodos prolongados. Las ventajas de estas peculiaridades son por ejemplo la reducción de las diferencias en las tasas del potencial reproductivo mediante la introducción de un efecto de familiarización producido por cópulas exitosas previas. Las desventajas se

registran cuando estos patrones son perturbados debido a la captura o muerte de uno de los miembros de la pareja.

El monitoreo del comportamiento de cortejo, crecimiento y mortalidad ha mejorado gracias al uso de técnicas apropiadas de etiquetado como implantes fluorescentes y etiquetas electrónicas (PIT-tags); sin embargo, no existen reportes científicos referentes al uso exitoso de técnicas de etiquetado para etapas tempranas de caballos marinos.

La mayoría de la especies de caballo marino comparten una morfología básica similar constituida por una cabeza en ángulo con respecto al cuerpo, similar a la posición de la cabeza de un caballo, una piel sin escamas sobre una serie de anillos cartilagosos y a diferencia de los demás teleosteos los caballos de mar poseen una cola prensil la cual utilizan para asirse al sustrato. Cabe mencionar que durante la evolución la cola perdió su papel como órgano locomotor para el nado, lo cual es evidenciado, en los recién nacidos de las especies *H. kuda* and *H. mohnikei* los que presentan radios caudales vestigiales en la punta de la cola, que desaparecen a los cuatro días de nacidos.



Figura 3. Etapas tempranas del caballo marino *Hippocampus abdominalis*.



Figura 4. Tanque de reproducción de caballo marino *Hippocampus abdominalis*.

Los caballos marinos se aferran temporalmente a sustratos como esponjas, coral, pastos marinos, material vegetal sumergido y también a estructuras artificiales como redes y jaulas. Durante periodos de inactividad (principalmente en la fase de oscuridad-noche) los caballos marinos tienden a sujetarse al sustrato más frecuentemente que en la fase luminosa (día). La mayoría de las especies de caballo marino se sujetan al sustrato como parte de su estrategia predatoria y “emboscan” principalmente alimento vivo.

En estado silvestre *H. abdominalis* se alimenta principalmente de crustáceos, mientras que en cautiverio es alimentado con copépodos, nauplios de *Artemia* en etapas tempranas y después de aproximadamente cuatro meses de nacidos se les suministran misidáceos congelados.

La mayoría de las especies están distribuidas en hábitats costeros en aguas templadas y tropicales no muy profundas. *H. abdominalis* es una especie costera y estuarina localizada en aguas templadas costeras del sureste de Australia y Nueva Zelanda. Esta especie se desarrolla en intervalo de temperatura en el medio natural de 8-24 °C y en cautiverio se ha usado un intervalo de temperaturas de 10-19 °C.

H. abdominalis es una de las especies de caballo marino más grandes en el mundo con una longitud máxima (distancia entre la punta de la corona a la punta de la cola desenrollada) registrada de 35 cm. Es capaz de reproducirse durante todo el año, aunque parámetros ambientales como la temperatura del agua y el fotoperíodo pueden inducir la reproducción estacional.

La densidad poblacional de caballos marinos en su hábitat natural tiende, en general, a ser baja. *H. abdominalis* es una de las especies con la densidad registrada más baja de 0.007 animales por metro cuadrado. Sin embargo el cultivo comercial de *H. abdominalis* ha sido llevado a cabo exitosamente a una densidad de 100 adultos en tanques de 1000 litros de capacidad y los juveniles han sido cultivados en densidades de 28 000 peces en tanques de dos metros cúbicos.

Acuicultura e investigación en caballo marino

Algunos de los primeros proyectos de investigación en caballo marino se enfocaron en la nutrición, el apareamiento y el comportamiento. Esta información incrementó el interés en su cultivo a principios de la década de los noventa, cuando un número considerable de estudios en el manejo de caballo marino fueron llevados a cabo. Sin embargo, aquellos esfuerzos carecien-

ron de consistencia en cuanto a los métodos utilizados. Por ejemplo, el uso de diferentes tallas y edades de los organismos examinados dejó grandes vacíos en el conocimiento de su cultivo. Al término de la década de los noventa, el cultivo comercial de caballos marinos fue llevado a cabo usando prácticas empíricas que, no obstante su relativa funcionalidad, sugirieron la necesidad del desarrollo de una tecnología mejorada basada en la experimentación científica. Por esta razón se formaron algunas redes de investigación entre organizaciones científicas y empresas comerciales. Un ejemplo de estas colaboraciones fue el de la Universidad de Tasmania y la empresa Seahorse World Pty. Ltd. Tasmania.

Las investigaciones sobre el cultivo de caballos de mar incluido *H. abdominalis* se han enfocado principalmente a alimentación y manejo de juveniles tardíos ya que las etapas tempranas presentan una tasa de mortalidad inherente más elevada y su diminuta talla incrementa la dificultad para coleccionar las cantidades mínimas necesarias de muestras corporales (por ejemplo sangre o tejido muscular) para su análisis y comparación.

A este respecto algunos trabajos compararon el efecto de la alimentación nauplios de *Artemia* cultivados en sustitución de alimento vivo capturado. Otros compararon la efectividad de soluciones enriquecedoras para nauplios de *Artemia* de origen natural comparados con enriquecedores comerciales de costo elevado, sin encontrar una diferencia significativa en el crecimiento de los organismos.

El mercado de acuario prefiere especies tropicales de caballos marinos con tonalidades de piel más intensas, rojas, amarillas y purpúreas, tales como *H. erectus*, *H. ingens* y *H. kuda*. Esta coloración también puede ser afectada por

interacciones tales como el cortejo. Algunos estudios en etapas tardías de *H. abdominalis* reportaron que el cambio de coloración en esta especie toma lugar un periodo de tiempo más largo en comparación con las especies tropicales y que también responde al estímulo generado por los colores de contraste amarillo y blanco. El color de contraste tiene un efecto también la generación de un ambiente estresante o apacible y en la ingesta de alimento facilita o dificulta la percepción visual de los organismos.

Los caballos marinos son cultivados generalmente dentro de un periodo de 12-13 horas de luz para proveer condiciones lumínicas similares a las condiciones naturales. Algunos estudios han reportado mejoría en el comportamiento reproductivo de organismos mantenidos en periodos de luz mayores a 11 horas. Sin embargo, no se tienen reportes del efecto de periodos prolongados de luz en el crecimiento y sobrevivencia en etapas tempranas. Recientemente un estudio realizado por el autor de este artículo ha reportado la producción de melatonina en la especie *H. abdominalis*. Esta hormona está relacionada con periodos de inactividad/reposo y podría ser un indicio de que esta especie es de hábitos preferentemente diurnos.



Figura 5. Adultos reproductores del caballo marino *Hippocampus abdominalis*.



Figura 6. Etapas tardías del caballo marino *Hippocampus abdominalis*.

La temperatura es uno de los factores ambientales de más influencia en el cultivo de casi todas las especies animales. La industria de acuario tiene también una preferencia por especies de caballo marino tropicales ya que estas son más compatibles con otros peces tropicales a diferencia de las especies de aguas templadas. Existe un mercado limitado de las únicas dos especies de aguas templadas cultivadas en el mundo *H. abdominalis* y *H. breviceps*. De manera similar a los otros aspectos ya mencionados en este artículo, los estudios sobre el efecto de la temperatura del agua en diversas especies de caballo marino incluido *H. abdominalis* se han realizado en etapas tardías del ciclo de vida.

Otros aspectos en los cuales no se tienen reportes para etapas tempranas de *H. abdominalis* son la salinidad del agua y la densidad de cultivo (organismos cultivados por litro de agua). El estudio de la salinidad responde a una necesidad actual y directa con una de las empresas dedicadas al cultivo de *H. abdominalis* Seahorse World Pty. Ltd. En Tasmania durante el invierno se presenta la estación de lluvias y con ella fluctuaciones importantes en la salinidad del estuario donde se ubica la mencionada empresa. La densidad de cultivo es un aspecto a investigar en respuesta a una eventualidad también de carácter estacional. Durante el verano en Tasmania las tasas de reproducción aumentan con el aumento en la temperatura a un grado tal que la capacidad instalada para el mantenimiento de los juveniles se ve rebasada y no se conoce el efecto de una intensificación en la densidad de carga de los estanques de cría.

En conclusión, los caballos marinos en la misma medida que nos maravillan con sus estrategias biológicas y atributos tan particulares, representan un reto de iguales dimensiones en cuanto a su estudio y entendimiento. En una segunda entrega serán abordados en este espacio los resultados de las comparaciones experimentales de diferentes parámetros como son: niveles de temperatura, salinidad, fotoperíodo y densidad de cultivo 🐠

Bibliografía

- Foster, S.J., Vincent, A.C.J., 2004. Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *J. Fish Biol.* 65, 1–61.
- Koldewey, H.J., Martin-Smith, K.M., 2010. A global review of seahorse aquaculture. *Aquaculture*, 302: 131-152
- <http://seahorse.fisheries.ubc.ca/>

Datos del autor:

Dr. Leonardo Martínez Cárdenas
Profesor Investigador
Universidad Autónoma de Nayarit
México
Programa de retenciones del CONACyT 2010-2011.

