

Totoaba and vaquita: historical and socioenvironmental analysis of their near extinction

Totoaba y vaquita: análisis histórico y socioambiental de su cuasiextinción

Alberto Guadarrama-Pérez¹, Metzteri Ruiz-Naranjo¹, Rocío Galicia-Rojas¹,
Daniel Alejandro Olvera-Sule¹ y Juan Carlos Peña-Becerril^{1*}

Resumen

En el Alto Golfo de California existe un complejo conflicto socioambiental en el que se ven inmiscuidas dos especies endémicas, una del Golfo de California, la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y otra de la parte norte del Golfo de California, la vaquita marina (*Phocoena sinus*) clasificadas como en peligro de extinción. A inicios del siglo pasado, con la pesca de totoaba y la demanda de su vejiga natatoria, se favoreció el establecimiento de asentamientos humanos, resultando en la sobrepesca de la totoaba y en la pesca incidental de la vaquita. Debido a la disminución de la población de la vaquita se estableció un conjunto de acciones sin perspectiva histórica ni económica, donde la marginación de las comunidades y su falta de infraestructura y oportunidades, así como la presencia del narcotráfico y la corrupción, han fomentado una polarización entre los actores involucrados y el fracaso de los intentos de conservación. En este trabajo se discuten otros factores, más allá de lo ecológico, que se han dado para explicar el declive de ambas especies.

Palabras clave: Vaquita marina, totoaba, Alto Golfo de California, *narcobucheros*, socioambiental

Abstract

In the Gulf of California there is a complex socio-environmental conflict in which two endemic species one of the entire Gulf of California the totoaba (*Totoaba macdonaldi*) and the other one from the Northern region of the Gulf, the vaquita (*Phocoena sinus*) both classified as endangered. At the beginning of

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. C.P. 04510. Ciudad de México, México.

*Autor de correspondencia (email): jczbio@ciencias.unam.mx

the last century, the totoaba mawfishing and the demand for it, favored the establishment of human settlements, resulting in totoaba overfishing and the incidental fishing of vaquita. Due to the decrease in the vaquita population, a set of actions was established without historical or economic perspective, where the marginalization of the communities and their lack of infrastructure and opportunities, as well as the presence of mexican poaching cartels and corruption, they have fostered a polarization between the actors involved and the failure of conservation efforts. In this work other factors are discussed, beyond the ecological, that have been given to explain the decline of both species.

Key words: Vaquita marina, totoaba, Gulf of California, socio-environmental, *narcobucheros*

Antecedentes

Pocas zonas del planeta tienen un conflicto que integre temas de biología, conservación, sociología, narcotráfico y tráfico de especies como el Alto Golfo de California (AGC), donde existe una intensa interacción entre gobierno, pobladores, delincuencia, conservacionistas y científicos (Lluch-Cota *et al.*, 2007; Juárez *et al.*, 2016; Vázquez-León, 2019). Dicha situación afecta particularmente a dos especies, la *Totoaba macdonaldi* endémica del Golfo y a *Phocoena sinus* del AGC, las cuales, a pesar de los intentos por mantener a sus poblaciones, siguen clasificadas como en peligro de extinción.

Totoaba macdonaldi también conocida como “totoaba”, es un pez de alto valor comercial y su pesca hoy en día está prohibida, pero se sabe que continúa su tráfico ilegal que provoca la muerte de otras especies a través de las redes utilizadas (Valenzuela-Quinónez *et al.*, 2011; Juárez *et al.*, 2016); entre dichas especies, se encuentra la marsopa endémica del AGC, *Phocoena sinus*, mejor conocida como “vaquita marina” (en adelante “vaquita”) (Chavarría, 2020). *P. sinus* es el más pequeño de los cetáceos, que debido a la captura incidental, sus poblaciones han disminuido durante las pasadas décadas hasta ser considerada en grave peligro de extinción, las últimas estimaciones dan números debajo de los 20 individuos (Chavarría, 2020; Cisneros-Mata *et al.*, 2020), aunque otras explicaciones aparte de la sobrepesca para la totoaba y la pesca incidental para la vaquita se han dado con los años respecto al declive de la abundancia de ambas (Lercari y Chávez, 2007). Otros autores han dado a notar la poca profundidad histórica y socioeconómica de las acciones del gobierno y los conservacionistas que perpetúan y denotan problemas sistémicos profundos (Chavarría, 2020).

Hábitat, biología y estado de la problemática vaquita-totoaba

Hábitat

La Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (RBAGC) se ubica al noroeste de la República Mexicana, es compartida por los estados de Baja California y Sonora y se encuentra a menos de 60 km de la frontera con los Estados Unidos de América. Posee una superficie total de 934,756.25 ha, de las cuales aproximadamente el 82.5% constituyen la Zona de Amortiguamiento y el 17.5% restante corresponde a la Zona Núcleo denominada Delta del Río Colorado (CONANP, 2007).

El Alto Golfo de California (AGC) presenta características oceanográficas particulares por su poca profundidad relativa, rangos extremos de temperatura, alta evaporación, alta salinidad, sedimentos finos, altos índices de turbidez y grandes amplitudes de las mareas. El Delta del Río Colorado (DRC) se considera actualmente un antiestuario, debido a que se observan salinidades en incremento desde la boca al interior del río (CONANP, 2007).

El AGC tiene una de las comunidades biológicas marinas más diversas del mundo (Lluch-Cota *et al.*, 2007). El pez endémico más famoso del AGC es la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y se considera en peligro crítico de extinción (Lluch-Cota *et al.*, 2007; Juárez *et al.*, 2016; Vázquez-León, 2019). El AGC alberga también a uno de los mamíferos marinos más emblemáticos a nivel mundial: la vaquita (*Phocoena sinus*), una pequeña marsopa endémica en peligro de extinción (Equihua, 2018; Rojas-Bracho *et al.*, 2006). Durante 1993, el AGC y el DRC fueron declarados oficialmente Reserva de la Biosfera Marina y en 2001 esta reserva se amplió *ex profeso* de acuerdo con la distribución geográfica observada de la vaquita (Lluch-Cota *et al.*, 2007; Vázquez-León, 2019).

Vaquita marina

La distribución de la vaquita abarca una superficie de agua de tan sólo 4000 km² aproximadamente, lo que significa que su extensión total de presencia es mucho menor que la de cualquier otra especie viva de cetáceo marino (Pompa *et al.*, 2011). Aparentemente, los factores que definen su distribución son muy poco conocidos, entre ellos se encuentra: una preferencia por aguas relativamente someras (entre 20-100 m) y cercanas a la costa (entre 10-40 km de distancia), donde predominan sustratos arcillosos-limosos o arcillosos-limosos-arenosos (Rodríguez-Pérez, 2013).

A diferencia del resto de las marsopas, las cuales presentan una distribución confinada a aguas frías, la vaquita marina restringe su distribución a la porción nor-oeste del AGC, donde las temperaturas exceden los 30°C en verano. Si la temperatura corporal de la vaquita marina es como la de otros mamíferos (37°C), existiría muy poca diferencia entre su temperatura interna y la de su ambiente durante el periodo más caluroso (más de 30°C), situación que podría generar problemas serios en la termorregulación especialmente en episodios de gran actividad física (depredación, reproducción) (Rodríguez-Pérez, 2013).

Según Silber (1990), la vaquita se diferencia de otros phocoenidos en su capacidad para tolerar las fluctuaciones estacionales de la temperatura del agua, salinidad y otras condiciones que prevalecían en el AGC antes de que se represara el DRC (Rojas-Bracho *et al.*, 2006).

La vaquita presenta una longevidad de 20 años aproximadamente, alcanzando la madurez sexual entre los 3 y 6 años, con periodo reproductivo bianual y mayoría de nacimientos entre febrero y marzo (Rodríguez-Pérez, 2013), lo cual significa que la tasa máxima de crecimiento poblacional es menor en relación con otros cetáceos (Rojas-Bracho *et al.*, 2006).

El contenido estomacal de decenas de vaquitas muestreadas a la fecha, sugiere que es una especie oportunista que consume peces teleósteos demersales o bentónicos como presas principales (87.5%), seguidos por calamares (37.5%) y como componentes incidentales los crustáceos (12.5%) (Rodríguez-Pérez, 2013; Rojas-Bracho *et al.*, 2006). No hay indicios de que la competencia ecológica entre las pesquerías y las vaquitas sea un problema significativo, aunque algunas de las especies de presa de la vaquita (por ejemplo, *Cynoscion reticulatus*, *Lepophidium porates* y *Lolliguncula panamensis*) han sido capturadas incidentalmente en las redes de arrastre (Nava, 1994; Findley *et al.*, 1995; Rojas-Bracho *et al.*, 2006).

Los grandes tiburones y las orcas *Orcinus orca* son depredadores potenciales de las vaquitas. Se han encontrado en estómagos de tiburones partes de vaquitas o enteras, pero no ha sido posible determinar si las marsopas fueron engullidas en vida libre o por haber sido atrapadas en las redes de enmalle (Vidal *et al.*, 1999 en Rojas-Bracho *et al.*, 2006).

Los análisis genéticos y las simulaciones de poblaciones sugieren que la población de vaquitas siempre fue pequeña y que su pérdida extrema de variabilidad genómica ocurrió durante el tiempo evolutivo en lugar de ser causada por actividades humanas (Rosel, *et al.*, 1995 en Rojas-Bracho *et al.*, 2006). Estos análisis corroboran que la vaquita representa una población relicto de una especie ancestral (más cercana a la marsopa de Burmeister que a cualquier otro miembro vivo de la familia Phocoenidae) que cruzó el ecuador desde el hemisferio sur durante un período de enfriamiento del

Pleistoceno (Norris y McFarland, 1958 en Rojas-Bracho *et al.*, 2006). No se ha encontrado polimorfismo en la región de control del ADN mitocondrial (Rosel y Rojas-Bracho, 1999 en Rojas-Bracho *et al.*, 2006) ni en el locus DQB del Complejo Mayor de Histocompatibilidad (MHC) (Munguía, 2002 en Rojas-Bracho *et al.*, 2006) de 43 y 25 vaquitas, respectivamente. Estos hallazgos son consistentes con la hipótesis de que la historia evolutiva de la especie incluyó un cuello de botella o evento fundador, posiblemente en el inicio de la especie, seguido de un período de persistencia en un tamaño de población efectivo pequeño (Munguía *et al.*, 2003^a, 2003b; Taylor y Rojas-Bracho, 1999 en Rojas-Bracho *et al.*, 2006).

Rojas-Bracho y Taylor (1999) enumeraron diversos factores de riesgo que ocurren en el ecosistema del AGC, que pueden afectar a la vaquita (ver Tabla 1). Éste ha experimentado tensiones a gran escala por el control y la reducción del flujo del DRC y por muchas décadas de pesca de arrastre intensiva de camarón. No hay razón para creer que estas tensiones hayan mejorado las condiciones del hábitat de la vaquita. Sin embargo, también se debe reconocer que no hay evidencia que sugiera que la escasez de alimentos esté afectando el éxito reproductivo o aumentando la mortalidad de las vaquitas (Rojas-Bracho *et al.*, 2006).

Tabla 1. Factores de riesgo potenciales. Es importante mantener una visión de precaución con respecto a los puntos i y iii. (modificado de Taylor y Rojas-Bracho (1999) en Rojas-Bracho *et al.*, 2006):

i. Efectos de la pesca en el AGC	Son preocupantes los efectos de las capturas incidentales sobre especies de presa de la vaquita y las alteraciones del hábitat bentónico por pesca de arrastre.
ii. Contaminación por organoclorados	La contaminación no parece ser un riesgo. Aún con plaguicidas de hidrocarburos usados en la agricultura de la cuenca de Mexicali que limita con el norte del Golfo y aguas arriba en la cuenca del río Colorado de los Estados Unidos.
iii. Alteración del hábitat por la reducción del caudal del DRC	La reducción del caudal del DRC no parece haber reducido la productividad actual lo suficiente como para representar un riesgo a corto plazo para las vaquitas como resultado de la construcción de represas en los Estados Unidos.
iv. Efectos nocivos de la endogamia	No hay evidencia de que la depresión por endogamia (que causa una reducción en la tasa de crecimiento de la población) deba ser un factor de riesgo en la actualidad. No hay base para considerar que las vaquitas están condenadas por falta de variabilidad genética.
v. Efectos de la distribución restringida	La distribución restringida de la vaquita la hace especialmente vulnerable, en una región donde la pesca ha sido durante mucho tiempo la única fuente de ingresos para muchas personas.

Los especímenes capturados accidentalmente y varados examinados hasta la fecha no han mostrado signos de emaciación (pérdida de peso causado por enfermedad o falta de alimentación), y las madres con crías aparentemente sanas se observan regularmente durante las encuestas, lo que indica que la población se está reproduciendo (Rojas-Bracho *et al.*, 2006).

El énfasis en la necesidad urgente de reducir la mortalidad incidental de las vaquitas en las artes de pesca no implica que la degradación del hábitat, la perturbación acústica asociada con

los arrastreros y las perturbaciones a gran escala a nivel de los ecosistemas deban descartarse por carecer de importancia. Más bien, refleja principalmente una diferencia en la documentación y la escala de tiempo. La reducción de la captura incidental es la preocupación más clara (es decir, bien documentada) e inmediata, mientras que las otras están menos caracterizadas y son de naturaleza a más largo plazo (Rojas-Bracho *et al.*, 2006).

Totoaba

La totoaba es un pez que muestra un patrón de migración ontogenética (Cisneros Mata *et al.*, 1997 en Lercari y Chávez, 2007) utilizando el estuario del DRC como zona de cría. La distribución espacial de juveniles presenta la mayor abundancia al suroeste de la Isla Montague y al oeste del AGC, infiriendo que la alta turbidez de esa región provee protección y alimento a los individuos. De los tres hábitats de larvas de peces encontrados en el AGC, el menos diverso es el que corresponde a la zona oeste, sugiriendo que los cambios antropogénicos sobre la región al cortar el flujo de agua dulce y volver al AGC un sistema hipersalino pudo haber reducido el hábitat de algunas especies (Rodríguez-Pérez, 2013).

Su alta longevidad los hace vulnerables, ya que llegan a vivir hasta 35 años. Los juveniles se alimentan de invertebrados bentónicos y los adultos principalmente de pequeños peces pelágicos (Lercari y Chávez, 2007).

Flanagan y Hendrickson (1976) examinaron las posibles causas de la reducción de las poblaciones, a partir de las cuales se propusieron tres hipótesis: sobrepesca, pérdida del hábitat de desove y pérdida del hábitat de cría provocada por el cese del caudal del DRC inducido por la construcción de las presas Hoover y Glenn Canyon en 1935 y 1963, respectivamente. Se sugirió una relación entre la descarga del DRC y el fracaso del reclutamiento debido a la pérdida de áreas de desove y, en segundo lugar, a la pérdida de áreas de cría (Lercari y Chávez, 2007). La disminución del caudal se vio reflejada en la llegada de limo al delta-golfo, que servía de alimento de las totoabas, por lo que su población y captura cayó significativamente para la década de 1940 (Rodríguez-García, 2020).

La importancia de la reducción de la descarga de agua dulce en el medio ambiente del AGC se evaluó en estudios previos (Lavín y Sánchez, 1999; Rodríguez *et al.*, 2001 en Lercari y Chávez, 2007), mostrando un cambio drástico en los patrones de salinidad. Además, el aumento de la salinidad produjo cambios en la circulación del AGC, configurando un estuario negativo en la actualidad (Lavín *et al.*, 1998 en Lercari y Chávez, 2007).

Se sugirió que estas fuertes perturbaciones ambientales pudieron producir efectos en cascada sobre los mecanismos fisiológicos y de comportamiento involucrados en el desove, reclutamiento,

alimentación, tasa de crecimiento y mortalidad de *T. macdonaldi* (Flanagan y Hendrickson, 1976 en Lercari y Chávez, 2007). También se consideró que los grupos de mayor edad de la población de *T. macdonaldi* son más sensibles a la variabilidad ambiental que las etapas más jóvenes (Lercari y Chávez, 2007).

Además del caudal del río Colorado y el aumento del esfuerzo de pesca, se ha descubierto que la oscilación de la temperatura decadal del Pacífico (PDOI), estaba asociada con el historial de capturas. Se puede considerar una secuencia de causa-efecto, donde el PDOI controla el flujo del DRC a través de la precipitación y el consiguiente aumento de flujo beneficiando a la abundancia de *T. macdonaldi*.

La débil relación no lineal encontrada entre ambas variables impide esta conclusión. Sin embargo, la desviación y retención intensiva de agua a lo largo del DRC debe desempeñar un papel importante al impedir una asociación clara entre el PDOI y el flujo del DRC (Lercari y Chávez, 2007).

Historia

La pesca de la totoaba ha sido históricamente una de las más importantes del país (Alvarado y Martínez, 2018). Desde antes que los occidentales llegaran al DRC, la totoaba era parte de la dieta y del folclore de varios pueblos originales como los Seri y los Cucapá (CONANP, 2007; Juárez *et al.*, 2016). El primer explorador occidental fue Francisco de Ulloa quien pisó el Delta en 1539, pero fue hasta finales del siglo XIX e inicios del XX que comenzó la colonización del AGC y el DRC (CONANP, 2007). Los colonos estadounidenses y mexicanos junto a migrantes chinos, que se vieron atraídos por los ferrocarriles del Suroeste de Estados Unidos y las tierras fértiles bañadas por el Colorado, incentivaron la pesca de la totoaba y crearon los tres primeros asentamientos permanentes con importantes consecuencias etnográficas y sociológicas como la proletarización de los Cucapá y los Seri (Juárez *et al.*, 2016; Chavarría, 2020). Así, los pescadores aprovecharon la migración reproductiva de la totoaba con sus grandes agregaciones en el Delta (Juárez *et al.*, 2016).

Durante la década de 1920 se industrializó la pesca y solo el buche de la totoaba era exportado a China y San Francisco; la gran parte de la pesca la realizaron barcos japoneses, estadounidenses y en menor medida sonorenses (Alvarado y Martínez, 2018; Chavarría, 2020). Es también en esta década que los primeros reportes de vaquitas atrapadas en redes se dieron (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018). Para 1935, 150 toneladas de buche se repartían a Salt Lake City, Phoenix, Los Ángeles y San Francisco (Chavarría, 2020). Durante las siguientes décadas, el esfuerzo de pesca y captura (en general) de la totoaba creció, mientras que las grandes presas como Morelos (México) y Hoover (USA) causaron que las avenidas del agua del río Colorado hacia el AGC fueran severamente restringidas hasta el

punto donde virtualmente no hubo flujo al mar, por lo que esas obras modificaron las características, el funcionamiento y la productividad del Delta (CONANP, 2007).

En 1942 se alcanzó el máximo histórico en la pesca (2300 toneladas), a partir de la cual la pesca de totoaba sufrió un decremento exponencial hasta la segunda mitad de la década de 1950 (Lercari y Chávez, 2007). Quizás debido al primer antecedente conservacionista de decretar vedas y zonas de refugio, en 1955 la pesca tuvo un segundo aire hasta mediados de 1960 cuando comenzó el colapso por completo, donde se llegó a un mínimo histórico de menos de 200 toneladas y en 1975 cuando se decretó la veda indefinida, aunque la pesca ilegal persistió (Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2011; Vázquez-León, 2019).

Durante la década de 1970 el gobierno ratifica el derecho exclusivo de las cooperativas para el uso de especies de alto valor comercial por lo que el sector privado/industrial sufrió una aguda crisis y al verse cerrada la pesca de totoaba, el camarón se volvió el principal producto de la zona (Vázquez-León, 2019).

En 1980, estudios de mastozoología en el AGC dieron cuenta que la cantidad de vaquitas atrapadas en redes de pesca legal e ilegal era alarmante; esta situación impactó en los grupos conservacionistas nacionales e internacionales y atrajo por primera vez la atención mundial hacia la vaquita (CONANP, 2007) que desde entonces ha monopolizado el consciente colectivo. En esa misma década, el neoliberalismo se estableció en México, la entrada al mercado fue devastadora para las cooperativas de las tres comunidades del Alto Golfo de 1986 a 1991, durante este periodo los botes fueron privatizados o embargados, la construcción de embarcaciones virtualmente desapareció y al menos 35 vaquitas anuales fueron capturadas en redes de totoaba (D'agrosa *et al.*, 2000; Vázquez-León, 2019).

En 1992 la pesca de camarón colapsó y la situación se volvió insostenible para las cooperativas (Vázquez-León, 2019). Las tres comunidades de la región tenían una dependencia económica de la pesca por lo que sufrieron un deterioro y precarización severos y los problemas sociales empeoraron con la declaración de la RBAGC en 1993 (Chavarría, 2020).

Con la entrada del nuevo milenio ya era claro que la principal amenaza de la vaquita era la captura incidental, por ello se hicieron nuevos programas para la conservación de la vaquita, cómo PACE-vaquita que se basa en la compensación económica a los pescadores por dejar de pescar (temporal o permanentemente) (D'agrosa *et al.*, 2000; Ávila-Forcada *et al.*, 2012). Para el 2010 se materializó el peligro de extinción de la vaquita y esta década se caracterizó por la actividad mediática de los involucrados (Vázquez-León, 2019; Chavarría, 2020). Las tensiones entre las comunidades Cucapá,

el gobierno y los grupos conservacionistas se ven en aumento y los actos de presión social por el diálogo o la apertura de la pesca se ven con desprecio por el público (Vázquez-León, 2019; Chavarría, 2020).

Valenzuela-Quiñónez *et al.* (2011) señalaron que la totoaba mostraba signos de recuperación e invitan al diálogo para abrir la pesca deportiva de la totoaba, sin embargo, es justo entre 2010 y 2013 que la industria narcobuchera explotó y cualquier efecto de PACE-vaquita en la recuperación de la vaquita y totoaba se vio comprometido (Vázquez-León, 2019; Chavarría, 2020; Rodríguez-García *et al.*, 2020). Para 2015 se estimaban 60 individuos de vaquita y se cierra toda pesca por dos años, lo cual desembocó en la ruptura total entre los actores involucrados; para 2017 se pierde la esperanza del manejo en cautiverio de la vaquita y con menos de 30 individuos el destino de la vaquita pareciera estar sellado (Vázquez-León, 2019).

Pesca y conflicto desde la perspectiva social

En el área del AGC existe una intensa interacción entre productores, conservacionistas y el gobierno. En las tres comunidades, Peñasco (Baja California), San Felipe (Sonora) y Santa Clara (Sonora) tal como ocurre con muchas pesquerías artesanales en todo el mundo, son muy dinámicas, están poco documentadas y son difíciles de gestionar (Rojas-Bracho *et al.*, 2006; CONANP, 2007). Todas fueron fundadas con vocación pesquera y durante casi todo el siglo pasado existía una dependencia económica completa de ésta, hasta la implementación del PACE-vaquita, prácticamente la mitad de los empleos eran en pesca y la otra mitad en turismo (Avila-Forcada *et al.*, 2012; Vázquez-León, 2019). Las tres comunidades están en zonas profundamente aisladas, tienen acceso muy limitado a amenidades como el agua fresca y los caminos están en mal estado (Rojas-Bracho *et al.*, 2006).

La población de totoaba pasó por todas las etapas de desarrollo de una pesquería hasta llegar al colapso (Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2011); en respuesta el gobierno ha activado, en repetidas ocasiones, mecanismos de restricción y compensación (Vázquez-León, 2019). La RBAGC y como es el caso de muchas Áreas Naturales Protegidas (ANP) como políticas públicas en todo el mundo, generan conflictos en las comunidades colindantes por el simple hecho de restringir el acceso de los recursos (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018; Vázquez-León, 2019); esta situación es común en las ANP de México, donde la eficiencia se mide a partir de indicadores ecológicos, mientras que los factores socioeconómicos no se incluyen o se subestiman (Vázquez-León, 2019). En efecto, los reportes oficiales de la RBAGC no incorporan los aspectos socioeconómicos con la misma relevancia que los

indicadores ecológicos (CONANP, 2007).

El contexto económico de las comunidades es relevante para el éxito de los objetivos de conservación (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018); el primer acercamiento con perspectiva social fue “PACE-vaquita”, se compensó económicamente a los que temporal o permanentemente se retiraran de la pesca y se les dio asistencia para la transición a otras actividades o negocios (Vázquez-León, 2019; Rodríguez-García *et al.*, 2020). Independientemente de los resultados directos en las vaquitas atrapadas en redes. En cuanto a los efectos sociales existió una reducción de 16% en los permisos de pesca permanente hasta 2008 y para el 2012, el 63% de los pescadores permanecieron en sus medios de vida alternativos (Avila-Forcada *et al.*, 2020). Aun así, la falta de infraestructura en las comunidades reduce al máximo las alternativas que pueden escoger; San Felipe tuvo la mejor transición mientras que en Santa Clara sigue siendo casi tan dependiente de la pesca que en las décadas pasadas (Avila-Forcada *et al.*, 2020).

En la década de los 2010, cuando se estimaba una población de vaquitas por debajo de los 100 individuos, más medidas restrictivas se implementaron y por lo tanto incrementó la fricción entre los grupos. Primero se anunció el proyecto (a corto plazo) de cambiar todas las redes tradicionales (de enmalle) por redes de arrastre (no existe evidencia que reduzcan captura de vaquitas), pero tras la oposición generalizada de los pescadores, el gobierno mexicano ordenó un período de prueba para estimar los costos de compensación (Rojas-Bracho *et al.*, 2006; Aburto-Oropeza *et al.*, 2018). Aburto-Oropeza (2018) estimó que la flota debía usar 30% más de combustible y el gobierno tendría que subsidiar 1.33 millones de dólares (USD) anualmente.

Cuando la extracción de recursos se combina con una mala gestión, se puede generar una situación de acciones de conservación radicales como la anterior, lo que hoy en día es un paradigma común en los textos de conservación y dificulta cada vez más las colaboraciones futuras entre los sectores extractivo y conservacionista (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018). Este “quick-fix” (solución rápida en español) como le llamó Aburto-Oropeza *et al.* (2018) a la gestión fue seguida de otra política aún más radical: la prohibición total de redes de enmalle por dos años (2015-2017); en esta prohibición de emergencia no se aborda la problemática a largo plazo por lo que de ninguna manera es sostenible y cualquier beneficio en ambos años se verá revertido después. Abordar de esta forma el problema descuida los medios de subsistencia, las tradiciones y el patrimonio de la comunidad sin considerar el bienestar social (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018).

El otro actor importante en la problemática son los grupos conservacionistas y la opinión pública; fue la atención mediática por la vaquita que puso los ojos del mundo en el Alto Golfo. Fue la presión de los grupos ambientalistas que hizo a las instituciones favorecer la conservación

sobre las economías locales (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018). Entre los grupos conservacionistas están los grupos académicos proveedores del conocimiento utilizado para la gestión de la RBAGC, dichos conocimientos vienen de la ciencia occidental y han tenido un efecto desproporcionado en las estructuras sociales, culturales y económicas, desperdiciando localmente información importante y útil que el conocimiento de los pescadores puede proporcionar para el diseño de la gestión y la toma de decisiones (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018). Cuando las políticas comenzaron a fallar y la corrupción entre las instituciones se hizo evidente otra brecha se abrió, esta vez entre los conservacionistas y el gobierno (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018). Greenpeace y COMARINO denunciaron públicamente a la CONAPESCA por su falta de compromiso en 2017 y este año marca la ruptura entre el gobierno y las organizaciones conservacionistas (Vázquez-León, 2019).

Mientras todas estas políticas fueron implementadas, las comunidades pesqueras exigían a las autoridades federales una solución que incluyera una mejora en la normatividad, para regular la extracción y asegurar la recuperación de los recursos pesqueros; cuando los cucapá denunciaron el trato criminalizante que reciben al reclamar el reconocimiento de sus derechos al territorio y a la pesca, se les presentó ante la opinión pública como los enemigos de la conservación de la vaquita y la totoaba (Chavarría, 2020). Esto podría ser considerado como “racismo conservacionista” (Chavarría, 2020) y demuestra cómo no sólo entre el público general se pueden perpetuar prácticas ecofascistas sino incluso entre la comunidad científica que actúa sin perspectiva social. Esta ciencia ecocentrada de la mano de conservacionistas como GREENPEACE, COMARINO y WWF, los medios de comunicación y por lo tanto el público en general han perpetuado una exclusión y discriminación histórica que han sufrido los pobladores y contribuyó a abrir aún más la brecha para la conservación, lo que generó una polarización extrema, además de una falta de colaboración que han reducido las opciones de manejo que se tienen en la RBAGC y reduce a su vez la posibilidad de éxito. También la precarización creó una dependencia de subsidios y aumentó el tráfico ilegal (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018; Avila-Forcada *et al.*, 2020). La agenda debería moverse hacia la despolarización de los involucrados y atacar no solo las causas más directas de la extinción de la vaquita y la sobreexplotación de la totoaba sino las causas profundas, como la falta de infraestructura y otras oportunidades en las comunidades de Peñasco, San Felipe y Santa Clara (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018; Avila-Forcada *et al.*, 2020).

Tráfico y Narcobucheros

El tráfico de totoaba es un tema complejo que conjunta problemáticas de narcotráfico, tráfico ilegal de especies en peligro de extinción, corrupción, precarización regional y la agenda de grupos conservacionistas. El tráfico y comercio ilegal de especies obtiene más de veinte mil millones de dólares (USD) al año (Chavarría, 2020). Este tráfico es un delito significativo por el impacto negativo sobre las especies y el medio ambiente, es la segunda causa de pérdida de biodiversidad (Alvarado y Martínez, 2018; Chavarría, 2020). También en ocasiones tiene vínculos con el crimen organizado y la corrupción (Alvarado y Martínez, 2018).

La totoaba está protegida nacional e internacionalmente, cualquier uso se sanciona con uno a nueve años de prisión y una multa equivalente a entre 300 y 3000 días de salario mínimo (CONANP, 2007; Alvarado y Martínez, 2018). Sin embargo, tales crímenes tienen procesos complicados donde hay una falta de coordinación y no pueden ser investigados usando técnicas que se usan en el crimen organizado (aunque es de facto controlado por el crimen organizado) (Alvarado y Martínez, 2018; Chavarría, 2020). La policía/marina y otras autoridades de la pesca no tienen personal calificado ni suficiente; aumentando el problema, en la PROFEPA sólo existe un litigante por estado (Alvarado y Martínez, 2018).

Cuando existe la fortuna de hacer un arresto, los traficantes intentan despistar al cortar el apéndice del buche y mezclarlo con buches de otras especies; sólo se tienen 48 horas para hacer una identificación molecular o se procede a la liberación (Alvarado y Martínez, 2018). Si se consigue una identificación y se llega a juicio, lo regular es que el juez no entienda o desestime el caso (Vázquez-León, 2019). Lo anterior es sólo cuando las autoridades no participan en algún grado, sea por corrupción o directamente vendiendo los buches a los exportadores estadounidenses; se sabe que tanto SEMARNAT, PROFEPA y CONAPESCA participan en el tráfico de totoaba (Alvarado y Martínez, 2018). Cuando no hay arresto, el tráfico pasa a su siguiente fase, que es la importación.

La rareza incrementa el valor de las especies (Juarez *et al.*, 2016; Alvarado y Martínez, 2018). Es esta rareza que llevó a la bahaba (pez chino de la misma familia que la totoaba, Sciaenidae) al borde de la extinción, lo que llevó a los traficantes a buscar un sustituto para satisfacer la demanda; la encontraron con un pez similar en muchos aspectos: la totoaba (Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2011; Alvarado y Martínez, 2018). El buche (maw en inglés) se prepara en sopas conocidas como “seen

kow” en cantones o “jin quian min” en chino, esta última se traduce como “buche de dinero” (Juárez *et al.*, 2016; Alvarado y Martínez, 2018; Chavarría, 2020). Aunque es valiosa por su cantidad de colágeno, sus principales atributos adjudicados por la medicina tradicional china son el aumento de la fertilidad, efectos afrodisíacos, mejora de circulación, vitalidad y longevidad (Juárez *et al.*, 2016; Alvarado y Martínez, 2018).

Bajando del bote, un kilo puede alcanzar los 15,000 USD. Ya en Asia puede llegar a los 150,000 USD (Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2011; Alvarado y Martínez, 2018) siendo los exportadores estadounidenses los que se llevan la mayor parte. Los pescadores venden a los traficantes que los transportan por varios métodos de Mexicali a través de la frontera con EUA a Calexico donde el principal exportador es San Francisco (Alvarado y Martínez, 2018; Chavarría, 2020). En Asia se llega principalmente a Shanghái, aunque se sabe que también se transporta a Japón, comunidades asiáticas en EUA e incluso, en el país, a restaurantes exclusivos de la Ciudad de México (Valenzuela-Quiñónez *et al.*, 2011; Martínez y Martínez, 2018; Chavarría, 2020). En 2013 la policía estadounidense realizó uno de los decomisos más importantes de buche en Calexico, California; el sujeto involucrado, de origen chino, fue capturado con 16.5 kg de mercancía con un valor de \$361,500 USD (dinero que equivale a 29 kg de cocaína) (Chavarría, 2020).

Aunque se sabe que el tráfico existe desde la veda indefinida en 1975, hubo un repunte importante en los años 2012 y 2013 (Chavarría, 2020; Rodríguez-García *et al.*, 2020). Esto forma parte de una serie de procesos de colonización, o más concretamente, “narcocolonización” (Chavarría, 2020). Cuando la guerra contra el narcotráfico inició en 2006, contrario a la pacificación, aumentó la violencia, delitos, homicidios, desaparecidos y la migración forzada; a la par, el ejército, marina y las distintas policías diversificaron su asociación con los distintos cárteles (Chavarría, 2020). Al verse enfrentados por el ejército, los cárteles buscaron nuevas zonas con poca presencia del Estado y las ANP son un espacio ideal para la colonización; así se establecieron en el alto golfo los criminales que luego se sabría pertenecen al Cártel de Sinaloa (Chavarría, 2020; Rodríguez-García *et al.*, 2020).

Cuando el cártel se instaló en la zona se apropiaron del negocio del tráfico de totoaba, se enfrentaron a otros carteles (como el de Mexicali) y aprovecharon la experiencia en sus prácticas, contaban con estructuras organizadas, un cierto nivel de corrupción y organización, redes establecidas, rutas, contactos y patrocinadores en diversas instituciones (Chavarría, 2020). Los pescadores de totoaba se adaptaron de una de las siguientes dos maneras: a) los que pescan por ellos mismos o, b) los pescadores que ingresaron al cartel y trabajan para ellos (Chavarría, 2020); así, muchos de estos

pescadores se vieron obligados debido al detrimento económico de la zona (por ejemplo, un pescador de camarón gana 300 pesos el kilo y uno de totoaba gana hasta 8000 USD).

Durante los años del narcobuqueo se registró un alza de homicidios en la zona; se ha reportado que el control del tráfico se disputa a balazos y machetazos (Alvarado *et al.*, 2016); mientras tanto se creó una clase de castas en las que los caciques con casas gigantescas contrastan con las casas humildes de las comunidades (Chavarría, 2020). A la par, los años de más muertes del cetáceo se relacionan con la consolidación del negocio, ya que de alrededor de 245 ejemplares que se avistaron en 2008, sólo se registraron 59 en 2015 (Chavarría, 2020).

Existen posturas que han llegado tan lejos como sugerir la pena de muerte y disparar a los pescadores (Hernández, 2018), ignorando el hecho que muchos lo hacen por supervivencia. Enfrentar así a los que sí son parte del crimen organizado sólo perpetúa el círculo de violencia que comenzó la guerra contra el narcotráfico. Estos pescadores que se han entregado a la vida criminal tanto los participantes en la red de tráfico a nivel internacional no tendrán solución a corto plazo. La solución al tráfico es una cuestión aún más compleja que la rivalidad que surgió entre los actores de la pesca legal, ya que hay actores tanto en el oeste mexicano-estadounidenses como al otro lado del mundo.

El tráfico ilegal de especies y los cárteles son un tema profundo. Desde el capitalismo, pasando por la destrucción del tejido social hasta el folclore de la medicina tradicional china; los primeros pasos podrían buscar alternativas al manejo de las drogas (producto principal de los cárteles del Golfo) como la legalización y más importante dirigir la economía hacia una ética y coherente con la biología, el ambiente y las culturas.

Una alternativa a corto plazo puede encontrarse en la acuicultura; por ejemplo, Juárez *et al.* (2016) publicaron un trabajo sobre los avances en el cultivo de totoaba; el desarrollo se vio facilitado por la existencia de conocimiento de otras especies cercanamente relacionadas. Mientras se cuida la diversidad genética, se puede proyectar una teórica producción de 2300 toneladas (como en su máximo histórico) y puede servir para repoblar las poblaciones naturales. Puede abrir diferentes beneficios, como nuevas oportunidades para los pescadores. El obstáculo más grande es que el manejo está restringido por regulaciones originalmente destinadas a aplicarse a la gestión de especies terrestres en peligro de extinción en ranchos de caza y a la ya discutida marginación social de la zona (Juárez *et al.*, 2016). Es también importante que se integren a los actores interesados, se evite la monopolización, privatización y otras características del neoliberalismo y capitalismo para que no se repita la historia de la pesca tradicional.

Evaluación y discusión de los programas y proyectos de conservación

Para atender la problemática relacionada con la protección de la vaquita y la totoaba se establecieron dos reservas importantes: La Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (RBAGC) decretada en 1993, y el Área de Refugio para la Protección de la Vaquita Marina (ARPVM) con decreto de 2005. La primera cuenta con una superficie de 934,756.25 ha, integrada por una zona núcleo denominada Delta del Río Colorado, con superficie de 164,779.75 ha, y una zona de amortiguamiento con superficie de 769,976.50 ha; desde su decreto, sólo está permitido que los barcos artesanales pueden pescar en ella, que comprende alrededor del 85% del hábitat conocido de la vaquita (CONANP, 2007). El ARPVM después de la ampliación en su polígono en 2018, cuenta actualmente con una superficie de 184,101 ha de las cuales 130,705 ha se encuentran dentro de la RBAGC y 53,396 ha afuera de ésta (DOF, 2018). Ambas reservas han permitido desarrollar proyectos en los que se incluye la restricción y suspensión temporal de pesca, así como la vigilancia y monitoreo para la conservación de la totoaba y la vaquita. No obstante, sus esfuerzos no han sido suficientes. Por ejemplo, la política pública de la RBAGC no ha logrado sus objetivos, porque ésta no presenta planes para el sostenimiento de la pesca a largo plazo, como principal actividad económica.

Además, excluye indicadores de desarrollo social y económico de las comunidades que permitan evaluar la consecución del objetivo de elevar la calidad de vida de los habitantes de la región. Este incumplimiento de objetivos de dicha política pública se ve manifestado en las condiciones actuales de deterioro ambiental y socioeconómico en la región. Respecto al deterioro ambiental, cabe mencionar que la vaquita marina está en peligro de extinción pues en el 2015, la población de vaquitas marinas era de 97 ejemplares. En 2017 perdió el 67% de su población, quedando con menos de 40 ejemplares y una investigación realizada por Jaramillo *et al.* (2019) y colaboradores publicada en 2019 sugieren que la cifra ha disminuido aún más y que podría ser de menos de diez. No se conoce la cifra del estado actual de la población del pez totoaba (Vázquez, 2019) pero su sobreexplotación la ha puesto en peligro de extinción.

Entre los proyectos que destacan, se encuentra el Programa de Protección de la Vaquita, dentro del ARPVM, el cual estableció medidas administrativas tales como la eliminación del uso de redes agalleras de 6 pulgadas o más en toda el ARPVM, la eliminación de las prácticas de pesca con redes pasivas o dormidas y el establecimiento de un polígono de exclusión de pesca, con el objeto de evitar

la captura incidental de la vaquita marina (Ávila *et al.* 2018). Este Programa es anualmente evaluado por los titulares de la SEMARNAT, SADER (antes SAGARPA) y Gobiernos de los Estados de Baja California y Sonora, y en caso de no ser cumplidos los objetivos solo hacen recomendaciones para lograr la eficiencia de su aplicación.

Las políticas que buscan directamente detener a los pescadores tienen una carencia de recursos y de personal, sufren de procesos complicados sin las herramientas necesarias que derivan en alta impunidad y más importante: extendida corrupción de todas las instituciones encargadas (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018; Chavarría, 2020). Las prohibiciones totales o sin estudios de compensación son una solución rápida que no aborda en realidad el problema Aburto-Oropeza *et al.*, 2018. La prohibición total de pesca de enmalle (2015-2017 propuesta por la WWF) afectó más a los cooperativistas cucapá que a la conservación, pues gran parte de la amenaza proviene del tráfico (Chavarría, 2020). Se debe buscar la transparencia y más recursos.

Los acuerdos en relación a la suspensión de la pesca comercial de la totoaba mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores en el Norte del Golfo de California entre los años 2015 y 2017, si logró reducir la presión sobre la vaquita, sin embargo, la pesca del camarón y de otras especies, como tiburones, continúan siendo un factor de presión relevante sobre la especie (SEMARNAT, 2018).

El Programa Vaquita CPR (conservación, protección y recuperación) sigue vigente y ha desarrollado acciones tales como la ampliación del polígono de protección en el AGC, que pasó de 126 mil a 1 millón 300 mil hectáreas para garantizar la cobertura del área de distribución de la especie, así como la suspensión de la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle. Incluso se otorgaron medidas de compensación económica para proveer ingresos a los pescadores en la región.

También se fortaleció la inspección y vigilancia a cargo de la PROFEPA, con apoyo de la Marina Armada de México y la Gendarmería Ambiental de la Policía Federal (SEMARNAT, 2017a y 2017b).

La PROFEPA asegura que México mantiene un esfuerzo amplio de cooperación, puesto que ha solicitado la colaboración de países de tránsito, y de aquellos donde se comercializan, así como del resto que integran la Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL). Asimismo, han aplicado permanentemente procesos de inspección y vigilancia bajo el esquema de operaciones mixtas entre las autoridades administrativas, judiciales, aduaneras y de seguridad. Los operativos especiales en el Golfo de California suelen destacar, además de un mecanismo permanente de vigilancia en vías de comunicación, puertos de arribo de embarcaciones, puertos marítimos de salida de navíos con mercancías de exportación, cruces fronterizos terrestres y aeropuertos con alta frecuencia de vuelos

internacionales (en áreas de pasajeros, servicios de paquetería y mensajería). Se han incorporado herramientas tecnológicas para ampliar la cobertura de vigilancia. Donde sobresalen, el sistema satelital de monitoreo de embarcaciones pesqueras, o el sistema de vehículos aéreos no tripulados (PROFEPA, 2019). Los recorridos de vigilancia aérea, marítima y terrestre han realizado revisiones de embarcaciones en sitios de embarque y desembarque, así como colocación de filtros carreteros.

Como resultado de los recorridos, de diciembre de 2018 a noviembre de 2019 se decomisaron 127 buches y 277 ejemplares de totoaba, pero ninguna persona llegó a ser puesta a disposición de las autoridades (PROFEPA, 2019).

Las medidas aplicadas para proteger y recuperar a la especie han sido de carácter restrictivo, centradas en áreas y artes de pesca, tales como decretos, normas oficiales y regulaciones administrativas que afectan negativamente las actividades económicas y que no han tenido un efecto contundente en la eliminación de la captura incidental de vaquita. Estos instrumentos de política pública, propuestos por el gobierno federal han sido sistemáticamente rechazados e incumplidos por los grupos sociales afectados (CONANP, 2016). Esto representa un deterioro socioeconómico pues persisten desacuerdos entre pescadores y autoridades por la prohibición de la pesca en el área, manifestándose directamente como estrés social y económico entre los habitantes de las comunidades ribereñas del alto golfo de California (Vázquez, 2019).

Consideraciones finales y perspectivas

Las características de historia de vida, geografía, hidrología, entre otras, de la totoaba y la vaquita las hacen inherentemente vulnerables, lo que es de alguna manera, una causa indirecta. La causa directa de su estado, es la explotación ilegal en el caso de la totoaba y la captura incidental (principalmente durante la pesca de totoaba, aunque se sabe que existe durante la pesca de otras especies) en el caso de la vaquita.

Los objetivos que definen la política pública de la RBAGC y de la conservación de ambas especies no se han logrado pues carecen de planes para la pesca a largo plazo y tampoco se abren posibilidades para otras actividades económicas ni se incluyen indicadores de desarrollo social de las comunidades; no se ha invertido en infraestructura que permita elevar la calidad de vida de los habitantes de la región (Vázquez-León, 2019). Las políticas con perspectiva social (como PACE-Vaquita) carecen de profundidad y practicidad, tampoco son realistas con los pobladores; este incumplimiento de los objetivos se refleja en las condiciones actuales de las poblaciones de

ambas especies y el deterioro económico de la región (Vázquez-León, 2019). La ciencia occidental ha mostrado un desprecio por los conocimientos, tradiciones e identidades de las comunidades del RBAGC (Aburto-Oropeza et al., 2018). Por lo que la agenda de todos los actores debe dirigirse a la restauración del diálogo (Aburto-Oropeza et al., 2018). Se necesita perspectiva social, profundidad histórica y buen manejo/administración. El diseño de las nuevas estrategias debe tomar en cuenta las necesidades de la comunidad y abrir oportunidades distintas a la pesca.

No hay muchos trabajos de estudio e investigación del tráfico de totoaba y hasta ahora ha quedado solo entre sociólogos, historiadores, periódicos y organizaciones ambientales. Los científicos (además de las acciones) no han profundizado ni discutido el tráfico y el rol del crimen organizado; esto de acuerdo con Chavarría (2020) se extiende en casos similares en México y el resto de Latinoamérica. Evadir su análisis perpetúa la ineficacia de las políticas (Chavarría, 2020). Este rubro es quizás uno de los más difíciles de solucionar, pero identificar sus raíces más profundas y empezar a reconstruir el tejido social, desarrollar la acuicultura de totoaba o buscar otras comidas que cubran las demandas de los consumidores (de manera razonable con el ambiente), informar y educar sobre los estragos en las especies a los seguidores de la medicina tradicional china son unas de las alternativas a discutir.

Agradecimientos

Agradecemos a Fernanda Royo Carmona por su apoyo en las primeras fases del diseño del escrito. Agradecemos a Lic. Citlali Marina Zermeño Carrillo por la revisión del abstract en inglés.

Literatura citada

- Aburto-Oropeza, O., C. López-Sagástegui, M. Moreno-Báez, I. Mascareñas-Osorio, V. Jiménez-Esquivel, A. F. Johnson y B. Erisman. 2018. *Endangered species, ecosystem integrity, and human livelihoods*. Conservation Letters 11 (1): 1-8.
- Alvarado, E., A.M. Estrada y A. Melgoza. 2016. *Totoaba. La disputa por la plaza "narcobuchera"*. El Universal. En: <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-investigacion/2016/12/14/totoaba-la-disputa-por-la-plaza-narcobuchera> (consultado en 14/03/21).
- Alvarado M.I. y E.R. Martínez. 2018. *Trafficking of Totoaba Maw*. pp. 149-170. En: Arroyo-Quiroz, I. y T. Wyatt (Eds.). *Green Crime in Mexico. A Collection of Case of Studies*. Palgrave Macmillan, Cham. Estados Unidos. 208 pp.

- Avila-Forcada, S., A.L. Martínez-Cruz y C. Muñoz-Piña. 2012. *Conservation of vaquita marina in the Northern Gulf of California*. *Marine Policy* 36 (3): 613-622.
- Avila-Forcada, S., A.L. Martínez-Cruz, R. Rodríguez-Ramírez y E. Sanjurjo-Rivera. 2020. *Transitioning to alternative livelihoods: The case of PACE-Vaquita*. *Ocean & Coastal Management* 183: 1-6.
- Ávila R.A., K.A. Silva, M. Arciniega, A. Ramírez y M.E. Guevara. 2018. *El alto Golfo de California. Los esfuerzos para la protección de la vaquita marina y la totoaba*. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Ciudad de México. 34 pp.
- Chavarría, A.B. 2020. *Batallas en El Desierto: El Surgimiento de los Narcobucheros y el Tráfico Ilegal de Totoaba en el Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) Revista de la Solcha* 10 (3): 265-299.
- Cisneros-Mata, M.A., L.W. Botsford y J.F. Quin. 1997. *Projecting viability of Totoaba macdonaldi, a population with unknown age-dependent variability*. *Ecological Applications* 7, 968-980.
- Cisneros-Mata, M.A., J.A. Delgado y D. Rodríguez-Félix. 2020. *Viability of the vaquita, Phocoena sinus (Cetacea: Phocoenidae) population, threatened by poaching of Totoaba macdonaldi (Perciformes: Sciaenidae)*. *Revista de Biología Tropical* 69(2): 588-600.
- CONANP. 2007. *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 319 pp.
- CONANP. 2016. *Programa de Acción para la Conservación de la Especie: VAQUITA (Phocoena sinus) (PACE-Vaquita)*. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/350198/PACE_Vaquita.pdf (consultado el 14/03/2021).
- D'agrosa, C., C.E. Lennert-Cody y O. Vidal. 2000. *Vaquita bycatch in Mexico's artisanal gillnet fisheries: driving a small population to extinction*. *Conservation Biology* 14 (4): 1110-1119.
- DOF. 2018. *Acuerdo por el que se modifican diversas disposiciones del diverso por el que se establece el área de refugio para la protección de la vaquita (Phocoena sinus)*. *Diario Oficial de la Federación*. 20/04/2018. México. En: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5601153&fecha=24/09/2020 (consultado el 9/03/2021).
- Equihua, C. 2018. *Vaquita Marina. El declive de un pequeño gigante. ¿Cómo ves?* 237: 30-33.
- Findley, L.T., J.M. Nava y J. Torre. 1995. *Food Habits of Phocoena sinus (Cetacea: Phocoenidae)*. pp. 14-18. En: Abstracts, 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Society for Marine Mammalogy. Orlando, Florida. 147 pp.

- Flanagan, C.A. y R. Hendrickson. 1976. *Observations on the commercial fishery and reproductive biology of the totoaba, Cynoscion macdonaldi, in the northern Gulf of California*. Fish. Bull. 74(3): 531–544.
- Hernández M. 2018. *Plan para salvar a la vaquita marina*. Gaceta UNAM. núm 4, 977. En: <https://www.gaceta.unam.mx/plan-para-salvar-a-la-vaquita-marina/> (consultado el 11/03/2021).
- Jaramillo, A.M., G. Cárdenas, E. Nieto, L. Rojas, L. Thomas, J.M. Ver Hoef, J. Moore, B. Tylor, J. Barlow y N. Treguenza. 2019. *Decline towards extinction of Mexico's vaquita porpoise (Phocoena sinus)*. The Royal Society 6: 1- 11.
- Juárez, L.M., P.A. Konietzko y M.H. Schwarz. 2016. *Totoaba aquaculture and conservation: Hope for an endangered fish from Mexico's Sea of Cortez*. World Aquaculture Magazine 47 (4): 30-38.
- Lavín, M., V.M. Godínez, L.G. Álvarez. 1998. *Inverse-estuarine features of the Upper Gulf of California*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 47 (6): 769–795.
- Lavín, M. y S. Sánchez. 1999. *On how the Colorado River affected the hydrography of the Upper Gulf of California*. Continental Shelf Research 19(12): 1545–1560.
- Lercari, D. y E.A. Chávez. 2007. *Possible causes related to historic stock depletion of the totoaba, Totoaba macdonaldi (Perciformes: Sciaenidae), endemic to the Gulf of California*. Fisheries Research 86 (2-3): 136-142.
- Lluch-Cota, S.E., E.A. Aragon-Noriega, F. Arreguín-Sánchez, D. Auriolles-Gamboa, J.J. Bautista-Romero, R.C. Brusca y G. Fernández. 2007. *The Gulf of California: review of ecosystem status and sustainability challenges*. Progress in Oceanography 73 (1): 1-26.
- Munguía, A. 2002. *Estudio del complejo principal de histocompatibilidad en la historia evolutiva y demográfica de la vaquita Phocoena sinus*. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur. México. 91 pp.
- Nava, J.M. 1994. *Impactos a corto y largo plazo en la diversidad y otras características ecológicas de la comunidad béntico-demersal capturada por la pesquería de camarón en el norte del Alto Golfo de California, México*. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas, Sonora. México. 86 pp.
- Norris, K.S. y W.N. McFarland. 1958. *A new harbor porpoise of the genus Phocoena from the Gulf of California*. Journal of Mammalogy 39 (1): 22–39.
- Pompa, S., P.R. Ehrlich y G. Ceballos. 2011. *Global distribution and conservation of marine mammals*. Proceedings of the National Academy of Sciences 108 (33): 13600-13605.

- PROFEPA. 2019. *Esfuerzos para la Protección de la Vaquita Marina y la Totoaba* <https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/esfuerzos-para-la-proteccion-de-la-vaquita-marina-y-la-totoaba?idiom=es> (consultado el 14/03/2021).
- Rodríguez, C.A., K.W. Flessa, D.L. Dettman .2001. *Effects of upstream diversion of Colorado River water on the estuarine bivalve Mollusk *Mulina coloradoensis**. *Conservation Biology* 15(1): 249-258.
- Rodríguez-García, O. U., M.J. Román-Rodríguez, E. Morales-Bojorquez, J.A. De Anda-Montañez, F.J. García-De León, L. Campos-Dávila, H. Bervera-León, L.B. Rivera-Rodríguez. 2020). *New features on spatial distribution, age and growth of the protected species *Totoaba macdonaldi* in the Gulf of California*. *Biotechnia* 22(3): 61-72.
- Rodríguez-Pérez, M.Y. 2013. *Caracterización ambiental y estructura trófica del hábitat de la vaquita marina, *Phocoena sinus**. Tesis doctoral. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. México. 99 pp.
- Rojas-Bracho, L. y B. Taylor. 1999. *Risk factors affecting the vaquita (*Phocoena sinus*)*. *Marine Mammal Science* 15 (4): 974–989.
- Rojas-Bracho, L., R. R. Reeves y A. Jaramillo-Legorreta. 2006. *Conservation of the vaquita *Phocoena sinus**. *Mammal Review* 36 (3): 179-216.
- Rosel, P.E., M.G. Haywood y W.F. Perrin. 1995. *Phylogenetic relationships among the true porpoises (*Cetacea: Phocoenidae*)*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 4 (4): 463-474.
- Rosel, P.E. y L. Rojas-Bracho. 1999. *Mitochondrial DNA variation in the critically endangered vaquita *Phocoena sinus* Norris and McFarland, 1958*. *Marine Mammal Science* 15 (4): 990-1003.
- SEMARNAT. 2017a. *Acciones para salvar a la vaquita marina*. En: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/acciones-para-salvar-a-la-vaquita-marina-phocoena-sinus#:~:text=Ampliaci%C3%B3n%20del%20pol%C3%ADgono%20de%20protecci%C3%B3n,uso%20de%20redes%20de%20enmalle> (consultado el 14/03/2021).
- SEMARNAT. 2017b. *Protección de la Vaquita Marina compromiso de México*. En: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/proteccion-de-la-vaquita-marina-compromiso-de-mexico> (consultado el 14/03/2021).
- SEMARNAT. 2018. *Recuadro Una especie en peligro de extinción: la vaquita marina*. En: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/recuadros/recuadro4_1.html (consultado el 14/03/2021).
- Taylor, B.L. y L. Rojas-Bracho. 1999. *Examining the risk of inbreeding depression in a naturally rare cetacean, the vaquita (*Phocoena sinus*)*. *Marine Mammal Science* 15 (4): 1004–1028.

- Valenzuela-Quiñónez, F., F.J. García-de-León, J. A. de-Anda-Montañez y E.F. Balart. 2011. *La totoaba del Golfo de California ¿Una especie en peligro de extinción?* *Interciencia* 36 (9): 664-671.
- Vázquez-León, C.I. 2019. *Políticas públicas y el estado de crisis en la región del alto golfo de California, México.* *Región y sociedad* 31: 1-31.
- Vidal, O., R.L. Brownell Jr y L.T. Findley. 1999. 13. *Vaquita Phocoena sinus Norris and McFarland, 1958.* pp. 357–378. En: Ridgway, S.H. y R. Harrison (Eds.). *Handbook of Marine Mammals: Volume 6 The Second Book of Dolphins and the Porpoises.* Academic Press, San Diego, CA. 486 pp.

Cita:

Guadarrama-Pérez A., Ruiz-Naranjo M., Galicia-Rojas R., Olvera-Sule D.A., y J. C. Peña-Becerril. 2021. *Totoaba y vaquita: análisis histórico y socioambiental de su cuasiextinción.* *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2021. Vol. 7 (2): 51-72. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2027.07.07.02.0003>

Sometido: 08 de abril de 2021

Revisado: 27 de mayo de 2021

Aceptado: 12 de julio de 2021

Editora asociada: Dr. Octavio Maravilla Chávez

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández