
EXTINCCIONES EN EL MAR: MITOS Y REALIDADES

Pablo del Monte-Luna, Daniel Lluch-Belda, Roberto Carmona, Héctor Reyes-Bonilla, José Luis Castro-Aguirre, Elisa Serviere-Zaragoza, David Auriolles-Gamboa, Sergio A. Guzmán del Prío, Oscar Trujillo-Millán, Juan Félix Elorduy-Garay y Barry W. Brook

RESUMEN

No hay duda de que el hombre ha provocado cantidad de extinciones, sobre todo en el medio terrestre. En el mar, en cambio, comprobar más allá de la duda razonable que el último representante de una especie ha desaparecido de la faz de la tierra es una tarea más difícil. En el presente trabajo se muestran los resultados más importantes de una rigurosa revisión de las extinciones marinas documentadas durante los últimos 200 años. Se encontró que ~50% de las extinciones y extirpaciones de especies marinas resultan dudosas porque no se considera información crítica acerca de su distribución espacio-temporal, o bien la evidencia que se utiliza para evaluarlas es insuficiente o inadecuada. Se concluye que 1) el hombre es capaz de elimi-

nar especies marinas, en particular aquellas que naturalmente son más propensas a la extinción; 2) las extinciones registradas en el mar son menos frecuentes que las del medio terrestre, y a pesar de que existe una tendencia positiva en el número promedio de extinciones documentadas durante los siglos XIX y XX, la tendencia de las extinciones registradas es negativa en los últimos 100 años; 3) antes de declarar una especie como extinta, la evidencia que apoya tal declaración debe ser evaluada con todo el rigor científico; y 4) declarar de manera prematura la extinción de especies, pudiera afectar negativamente los propios esfuerzos que se inviertan para la conservación.

EXTINCTIONS IN THE SEA: MYTHS AND REALITIES

Pablo del Monte-Luna, Daniel Lluch-Belda, Roberto Carmona, Héctor Reyes-Bonilla, José Luis Castro-Aguirre, Elisa Serviere-Zaragoza, David Auriolles-Gamboa, Sergio A. Guzmán del Prío, Oscar Trujillo-Millán, Juan Félix Elorduy-Garay and Barry W. Brook

SUMMARY

It is a fact that humans have caused several extinctions, particularly in the terrestrial realm. In the marine realm, however, assessing the complete disappearance of a species from the face of the earth beyond any reasonable doubt, is a formidable task. In this contribution, the main results of an extensive review on the marine extinctions documented during the last 200 years are presented. It seems that ~50% of the recent documented marine extinctions may be over-estimated because there is no explicit consideration of critical uncertainties such as species' spatial distribution, or the evidence used to support some cases is misinterpreted or unconvincing. It is concluded that 1) humans are fully

capable of eliminating marine species, particularly those that are naturally extinction-prone; 2) marine extinctions are less frequent than those in the terrestrial realm, and despite that the average number of documented extinctions per year shows a positive trend since the XIX century, the trend during the last 100 years is negative; 3) before declaring an extinction, all available supporting evidence must be scientifically evaluated; and 4) when declarations of extinctions are premature or improperly supported by all available scientific evidence, they can negatively affect the very efforts dedicated to species conservation.

Las extinciones en perspectiva

El destino inexorable de cualquier especie es la extinción. Se estima que 99% de todas las especies que alguna vez habitaron la tierra

han desaparecido (Jablonski, 2004). De hecho, a lo largo de la historia de la vida en el planeta ha habido eventos de extinción masiva, como el que acabó con los dinosaurios hace 65 millones de años. Dicho evento, a pesar de ser

uno de los más conocidos, queda empujado cuando se compara con la gran extinción del Pérmico, hace 245 millones de años, que causó la desaparición de más del 95% de la biodiversidad marina y terrestre (Raup, 1994).

Se ha sugerido que las causas que provocan las extinciones masivas van desde el impacto de grandes meteoritos, desequilibrios ecológicos a nivel global, eventos anómalos de enfriamiento y calentamiento del planeta con duración

PALABRAS CLAVE / Erradicación / Extirpación / Pérdida de Biodiversidad / Sobreexplotación /

Recibido: 20/04/2007. Modificado: 26/10/2007. Aceptado: 29/10/2007.

Pablo del Monte-Luna. Investigador, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), México. Dirección: Av. IPN s/n, Col. Playa Palo de Santa Rita. AP 592, CP 23096. La Paz, BCS, México. e-mail: pdelmontel@ipn.mx

Daniel Lluch-Belda. Investigador, CICIMAR-IPN, México. e-mail: dlluch@ipn.mx.

Roberto Carmona. Investigador, Universidad Autónoma de Baja California (UABCS), México. e-mail: beauty@uabcs.mx

Héctor Reyes-Bonilla. Investigador, UABCS, México. e-mail: hreyes@uabcs.mx

Elisa Serviere-Zaragoza. Investigadora, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR), México. e-mail: eserviere04@cibnor.mx

David Auriolles-Gamboa. Investigador, CICIMAR-IPN, México. e-mail: dgamboa@ipn.mx

José Luis Castro-Aguirre. Investigador, CICIMAR-IPN México. e-mail: jlcastro@ipn.mx

Sergio A. Guzmán del Prío. Investigador, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-IPN), México. e-mail: sguzman@encb.ipn.mx

Oscar Trujillo-Millán. Estudiante de doctorado, CICIMAR-IPN, México. e-mail: otrujillom@ipn.mx.

Juan Félix Elorduy-Garay†. Investigador, CICIMAR-IPN, México.

Barry W. Brook. Investigador, Universidad de Adelaida, Australia. e-mail: barry.brook@adelaide.edu.au

EXTINÇÕES NO MAR: MITOS E REALIDADES

Pablo del Monte-Luna, Daniel Lluch-Belda, Roberto Carmona, Héctor Reyes-Bonilla, José Luis Castro-Aguirre, Elisa Serviere-Zaragoza, David Aurioles-Gamboa, Sergio A. Guzmán del Prío, Oscar Trujillo-Millán, Juan Félix Elorduy-Garay e Barry W. Brook

RESUMO

Não há dúvida de que o homem tem provocado quantidade de extinções, sobretudo no meio terrestre. No mar, ao contrário, comprovar além da dúvida razoável que o último representante de uma espécie tem desaparecido da face da terra é uma tarefa mais difícil. No presente trabalho se mostra os resultados mais importantes de uma rigorosa revisão das extinções marinhas documentadas durante os últimos 200 anos. Encontrou-se que ~50% das extinções e extirpações de espécies marinhas resultam duvidosas porque não se considera informação crítica sobre a sua distribuição espaço-temporal, ou bem a evidência que se utiliza para avaliá-las é insuficiente ou inadequada. Conclui-

se que 1) o homem é capaz de eliminar espécies marinhas, em particular aquelas que naturalmente são mais propensas à extinção; 2) as extinções registradas no mar são menos frequentes que as do meio terrestre, e apesar de que existe uma tendência positiva no número médio de extinções documentadas durante os séculos XIX e XX, a tendência das extinções registradas é negativa nos últimos 100 anos; 3) antes de declarar uma espécie como extinta, a evidência que apóia tal declaração deve ser avaliada com todo o rigor científico; e 4) declarar de maneira prematura a extinção de espécies, pudera afetar negativamente os próprios esforços investidos na conservação.

de entre 20 mil y 100 mil años, y alteraciones en la topografía continental, hasta reducciones drásticas en la productividad primaria global (Solé *et al.*, 2002).

Si bien la influencia de los factores que se hallan tras las extinciones masivas es a escala global, al parecer las víctimas acaecidas durante los eventos no suelen serlo al azar. Por ejemplo, durante una modificación extensiva del clima las especies cuya distribución geográfica sea muy restringida, adaptadas a condiciones puntuales (i.e. especialistas), tienen menos probabilidades de sobrevivir al cambio que aquellas que tienen poblaciones distribuidas en una mayor diversidad de hábitat. Asimismo, las especies con gran tamaño corporal, dispersión y movimiento limitados, metabolismo lento y baja fecundidad, poseen poblaciones menos numerosas y tienden a recuperarse más lentamente ante reducciones drásticas en su abundancia que aquellas que son de menor tamaño, metabolismo más acelerado y mayor fertilidad. De esta forma, en la naturaleza se tiene un gradiente de vulnerabilidad a la extinción que depende del ámbito ecológico e historia de vida de cada especie.

Bajo el contexto de la evolución, la importancia de los eventos de extinción está en que cuando las especies

desaparecen “liberan” una cantidad proporcional de recursos (alimento, espacio), los cuales son utilizados por nuevas formas de vida. Reflejo de ello son los incrementos igualmente espectaculares de la biodiversidad tras cada extinción masiva. Esta sucesión ancestral ha promovido un reemplazo continuo de linajes evolutivos, con una tendencia siempre creciente de la biodiversidad. En la actualidad, efectivamente, existen más especies que en cualquier otra época pasada (Signor, 1990). Bajo esta perspectiva, el mismo evento que exterminó a los dinosaurios fue precedido por la diversificación de los mamíferos, abriendo así un canal evolutivo que fue aprovechado por numerosas especies, entre ellas el hombre.

Las extinciones recientes

Desde la aparición de la especie humana, hace no más de 50 mil años, el impacto pernicioso que hemos ejercido sobre los ecosistemas marinos es evidente. La pérdida de hábitat, la introducción de especies exóticas y la sobreexplotación son considerados como los principales factores antropogénicos que afectan negativamente la biodiversidad en el mar (y en la tierra). Los efectos más extremos e indeseables de estos factores y otras actividades, actuando en lo individual o en con-

junto, son la extinción de las especies y el costo ecológico correspondiente, efectos que reducen la calidad y cantidad de bienes y servicios que obtenemos de nuestro entorno natural (Worm *et al.*, 2006). Por ello, la idea de que las especies marinas están desapareciendo, y seguirán haciéndolo a un paso acelerado, se ha difundido y aceptado cada vez más durante los últimos 10 años.

Si bien este argumento resulta intuitivamente razonable y emblemático para las plataformas de conservación, no está del todo justificado ni probado. La tesis que aquí se expone es que las extinciones en el mar provocadas por el hombre no solo son mucho más difíciles de evaluar y corroborar que las que suceden en el medio terrestre, sino que también ocurren en menor proporción. Este planteamiento, de permear en la sociedad, pudiera servir como pauta para que las afirmaciones que se hacen acerca de las extinciones marinas y del concepto mismo de extinción sean evaluadas con mayor cautela y rigor científico.

A pesar de la difusión que se le ha dado al tema de la pérdida de biodiversidad en el mar, los trabajos de revisión de extinciones marinas son escasos (Malakoff, 1997; Carlton *et al.*, 1999; Roberts y Hawkins, 1999) y más aún lo son las investigaciones que

permiten elaborar un marco teórico respecto al significado que tiene dicha pérdida sobre los ecosistemas (Solan *et al.*, 2004; Hooper *et al.*, 2005; Worm *et al.*, 2006). Por ejemplo, se ha demostrado que en términos probabilísticos los peces marinos son menos vulnerables a las amenazas de origen humano que el resto de los vertebrados (del Monte-Luna y Lluch-Belda, 2003), al menos en parte porque el mar representa para nosotros un medio comparativamente menos accesible y más hostil que el terrestre (en el agua, cada 10m de profundidad la presión aumenta una atmósfera). Esto, sin embargo, no es en sí prueba suficiente como para sostener la tesis planteada, para lo que se requieren mayores evidencias.

Hace relativamente poco tiempo se publicó un artículo en el que se presenta una lista de 133 especies marinas extintas durante los últimos dos mil años, que incluye mamíferos, aves, peces, invertebrados y algas (Dulvy *et al.*, 2003). Una de las especies que llama particularmente la atención en la lista es el abulón chino *Haliotis sorenseni*, porque habría representado la primera especie marina extinta por pesca. La información existente, no obstante, sugiere lo contrario. Por ejemplo, en México, la distribución vertical del abulón chino va más allá de los

30m de profundidad y eso la hace prácticamente inaccesible al buceo autónomo, que es la forma en la que es capturada; además este molusco, que se distribuye desde California, EEUU, hasta la parte central de la Península de Baja California en México, es naturalmente raro (poco abundante). Aún con estos inconvenientes, se tiene la seguridad de la existencia de algunas poblaciones en el Pacífico mexicano, lo que sería suficiente para asegurar que la especie no está extinta.

Considerando que la evidencia que apoyaba la supuesta extinción del abulón chino no era concluyente, se hizo una revisión especie por especie de toda la lista y otra bibliografía para documentar eventos adicionales. Al final, tras analizar meticulosamente las circunstancias técnicas y biológicas relacionadas a cada extinción, se encontró que en el 50% de los casos existe evidencia que indica lo contrario, o bien que no es concluyente, y la información publicada más reciente que fue revisada tampoco aporta datos útiles en este sentido.

El hecho que la lista de extinciones marinas incluyera desde mamíferos hasta algas, fue un excelente pretexto para buscar e integrar la opinión de varios especialistas hacia un tema relevante y lleno de controversias como es la pérdida de biodiversidad en el mar, bajo el contexto de la conservación y manejo de los recursos vivos. Así, la experiencia profesional acumulada de los autores del presente trabajo suma más de 200 años y las conclusiones expuestas son producto de una discusión plural y consensuada.

Por resultar demasiado prolijo desarrollar en este trabajo el análisis de cada uno de los 133 casos mencionados, baste mencionar la información y los ejemplos que ponen de manifiesto los problemas relacionados con la evaluación del estado de vulnerabilidad de las especies marinas. Dicha revisión

se detalla en del Monte-Luna *et al.* (2007).

Es necesario destacar que los 133 casos de extinción corresponden a 118 especies. La falta de correspondencia entre las dos cifras (se esperaría una relación unívoca) se debe a que la desaparición de una o varias sub-poblaciones de una misma especie (UICN, 2001) también ha sido considerada como extinción; ya sea local, regional o global; dependiendo de la extensión espacial de la pérdida. Así, la lista mencionada está compuesta por 21 casos de extinción global, 4 regionales y 108 locales, de éstos 16, 1 y 50 respectivamente (la mitad del total) parecen ser casos bien documentados que están más allá de la duda razonable; la evidencia utilizada para apoyar el resto de los casos es aparentemente insuficiente o inadecuada.

Con el fin de evitar las dificultades relacionadas a la definición de cuándo una desaparición es local o regional y manejar una terminología uniforme, la palabra extinción se usará para referir la desaparición global de una especie, y la palabra extirpación o erradicación se usará para denotar la desaparición de una o varias subpoblaciones de una misma especie en una o varias partes de su distribución geográfica total. De igual forma, considerando que las extinciones recientes son aquellas ocurridas después del año 1500 (MacPhee y Flemming, 1999), los registros presentados en la lista están comprendidos entre 1768 (la primera extinción sucedida después de 1500) y 2000.

Extinciones marinas recientes

Se ha documentado la extinción de tres mamíferos marinos: la vaca marina de Steller (*Hydrodamalis gigas*), una especie relacionada con los manatíes que fue cazada hasta su total aniquilación durante la segunda mitad del s. XVIII; el visón marino

(*Mustela macrodon*) también explotado hasta que desapareció hacia finales del s. XIX; y la foca monje del Caribe (*Monachus tropicalis*), vista por última vez en 1952, cuya pérdida se atribuye tanto a la explotación como a la pérdida del hábitat.

En cuanto a las aves marinas, existen registros de cinco extinciones, todas ocurridas desde hace más de 90 años: el alca imperial (*Pinguinus impennis*), ave considerada como equivalente al pingüino en el hemisferio norte, desapareció en 1844; el cormorán espectacular (*Phalacrocorax perspicillatus*), extinto en 1850; el pato de Labrador (*Camptorhynchus labradorius*), avistado por última vez en 1875; el pato de las Aucklands (*Mergus australis*), desaparecido en 1902; y el ostrero de las Islas Canarias (*Haematopus meadewaldoi*) que se extinguió en 1913. Al parecer, el común denominador de todas estas pérdidas fue la sobreexplotación, aunado a un intervalo de distribución estrecho.

Dentro del vasto grupo de los peces marinos, existen solo dos extinciones documentadas: la doncella verde (*Anampses viridis*), una especie propia de arrecifes, y el grayling de Nueva Zelanda (*Prototroctes oxyrhynchus*), especie emparentada con los capelanes. La distribución geográfica de la primera se restringe a las costas de Mauritius, una isla ubicada en el suroeste del Océano Índico, cerca de Madagascar. Esta especie se extinguió a mediados del s. XIX, posiblemente víctima de la contaminación. Por otro lado, el grayling de Nueva Zelanda no era un pez enteramente marino, sino que se reproducía en cuerpos de agua dulce. Su extinción, ocurrida alrededor de 1923, se atribuye a la pérdida de hábitat en los sitios dulceacuícolas.

En el caso de los invertebrados, se conoce la extinción de cuatro especies marinas: la lapa (*Lottia alveus*),

desaparecida durante la década de 1930 a causa de una enfermedad que afectó cierto tipo de pasto marino del que dependía por completo. El coral de fuego (*Millepora boschmai*), exterminado por completo después de haber sufrido el embate repetido de varios eventos extremos de calentamiento del agua de mar (el fenómeno conocido como El Niño) sobre todo el ocurrido entre 1997 y 1998. Los caracoles *Littoraria flammia* y *Cerithidea fuscata*, fueron vistos por última vez en 1840 y 1935, respectivamente. El primero era oriundo de China y el segundo habitaba solo en la costa de San Diego, California.

En cuanto a las algas marinas, en la literatura se reportan dos extinciones: el alga *Vanvoorstia bennettiana*, y la toalla turca *Gigartina australis*. La distribución geográfica de ambas especies se limitaba a un resquicio dentro de la Bahía de Sydney, Australia. A pesar de que se han llevado a cabo esfuerzos importantes para detectarlas, ninguna de las dos se ha visto durante más de 50 años. Es posible que la modificación del hábitat tuviera relación directa con su desaparición.

El elenco de especies marinas extintas recientemente, las referencias bibliográficas correspondientes a cada caso, así como las propuestas más recientes de adición y eliminación de especies extintas en listas internacionales de conservación, pueden consultarse en la Lista Roja de la UICN (www.iucnredlist.org), en la página del Comité de Organismos Extintos Recientemente (CREO; <http://creo.amnh.org>) y en *The Extinction Forum* (<http://extinctanimals.proboards22.com>).

Extirpaciones

Tal vez el único caso válido de erradicación a gran escala sea el de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*). En definitiva, la caza indiscriminada se encargó de arrasar

hasta la última ballena gris del Océano Atlántico hace algunos siglos. Sin embargo, esta misma especie cuenta con poblaciones más o menos numerosas en el Pacífico (Moore *et al.*, 2001), donde se han llevado a cabo importantes esfuerzos para conservarla.

Los casos restantes de extirpación se refieren en su mayoría a especies que, por diversas causas, desaparecieron de algunas localidades de sus ámbitos de distribución. Por ejemplo, la raya (*Dipturus batis*) distribuida en el Atlántico del norte y Mar Mediterráneo, no se ha observado en el Mar de Irlanda durante más de 20 años, aunque en regiones cercanas, como Escocia, aún es abundante. Si bien no es objeto directo de la pesca, su extirpación del Mar de Irlanda se atribuye a que forma parte de la fauna asociada a la pesca de los barcos arrastreros (DEFRA, 2005; ICES, 2005).

Otra especie que muy posiblemente ha desaparecido de una o varias partes de su distribución es la lamprea marina del Pacífico (*Lamprocyba tridentata*). En el Pacífico norte, esta especie se ha observado desde Japón hasta Alaska, y en el sur hasta la península de Baja California, México. Sus poblaciones en ríos y presas a lo largo de los EEUU han disminuido de forma dramática. En algunos lagos de EEUU, de haberse registrado cerca de 45000 individuos en 1966, en 2001 se contabilizaron tan solo 34 especímenes. Esta situación se repite casi a todo lo largo de su distribución. La destrucción de su hábitat en los cuerpos de agua continentales es una de sus principales amenazas (Close, 2002).

Evidencia bajo la lente

Como científicos tarde o temprano tendríamos que confrontar hipótesis, ya sean propias o ajenas, sobre la base de la evidencia que se considere más sólida y con-

vincente y ofrecer, de ser necesario, una propuesta alternativa; porque al fin y al cabo el motor de la ciencia es la mancuerna entre la crítica y la dialéctica que de ella se deriva. A continuación presentaremos algunos de los casos en los que la evidencia presentada por Dulvy *et al.* (2003) no apoya adecuadamente las declaraciones sobre extinciones o extirpaciones marinas.

Considérese el caso que impulsó a desarrollar la presente revisión: el abulón chino. Desde 1996 se sugirió que esta especie, habiendo sido explotada sin regulación en los EEUU, corría el riesgo de desaparecer por completo. De hecho, Hobday y Tegner (2000), investigadores del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de los Estados Unidos (*National Marine Fisheries Service*, NMFS) calcularon que el número total de individuos que componen la especie era de cerca de 1600 y que a la vuelta de 10 años probablemente ya no habría ninguno; sin embargo, nunca se llevaron a cabo evaluaciones en México. Entre 2002 y 2004 Butler *et al.* (2006), también del NMFS, mediante un sofisticado sistema de sonares, realizaron una prospección para estimar de nuevo el tamaño de la población. Encontraron que, en total, existen alrededor de 7000 individuos; además, la variedad de hábitat en el que la especie puede ocurrir es mucho mayor de lo que se creía. Este aumento inusitado puede deberse a que se amplió el área de estudio con respecto a prospecciones anteriores, aunque no se descarta la posibilidad de que la población haya crecido. Nuestra interpretación es que si bien en los EEUU las poblaciones de abulón chino en su estado actual no pueden sostener una pesquería, lo cual sin duda es lamentable, la especie en definitiva dista mucho de estar extinta.

Entre de las aves, llama la atención el caso del pelícano moñudo (*Pelecanus crispus*)

considerado como erradicado del Mar de Wadden, al norte de Alemania. Sin embargo, al indagar en la bibliografía resulta que es una especie del Mediterráneo, relativamente sedentaria, cuyas principales colonias reproductivas se encuentran en Grecia y Rusia. En el Mar de Wadden, los reportes del pelícano moñudo se basan en un cráneo que data del periodo romano (0-200DC) encontrado durante una excavación arqueológica (Wolff, 2000). Al no registrarse recientemente, Dulvy *et al.* (2003) dan por sentada su erradicación. Es decir, declaran una extirpación en un lugar donde *per se* esta especie era y es muy rara de observar.

La raya *Dipturus laevis* es otra de las que también se creía en peligro. Habita en el Atlántico de EEUU y Canadá. En 1998 se reportó como la primera "quasi-extinción" de un condriectio ampliamente distribuido (Casey y Myers, 1998). Al igual que la raya común, no es objeto de pesquería sino que forma parte de la fauna de acompañamiento de recursos como el rape blanco, almejas, bacalao y otras. Un estudio publicado en 2002 mostró que 1) la población remanente se trasladó hacia aguas más profundas en la misma región, fuera del alcance de los artes de pesca, de manera que solo desapareció de las áreas someras donde se capturaba normalmente; 2) su distribución es mucho más amplia de la registrada, tan al norte como 62°N, en tanto su límite se tenía registrado hasta 51°N; y 3) su abundancia se ha incrementado lo suficiente como para olvidar lo concerniente a su extinción, al menos en el corto plazo (Kulka *et al.*, 2002).

En la lista de referencia también figuran otras 12 especies de tiburones y rayas que parecen haber sido erradicadas del Golfo de Lions, en la parte mediterránea de Francia. Esta afirmación, sin embargo, es una interpretación de los resultados del

trabajo de Aldebert (1997). En dicho trabajo se presentaron datos obtenidos por la flota de pesca que opera en la región de Lions y de diversos cruceros de investigación llevados a cabo entre 1950 y 1995. El propio autor del estudio advierte que la forma en la que opera la flota comercial induce un sesgo importante en los datos, ya que no se toman muestras de todas las zonas; como buen negocio, las operaciones se centran donde las probabilidades de capturar especies comerciales son mayores, las que no necesariamente coinciden con las 12 especies mencionadas. Asimismo, el autor menciona que el diseño del muestreo permite comparar solo aquellos datos obtenidos después de 1983. Es curioso, no obstante, que siete de los 12 casos de extirpación sucedieran antes de este año. Más aún, nueve de las 12 especies no se observaron durante los cruceros en los primeros 10 años, pero aparecieron en las últimas campañas de muestreo. Por ejemplo, el tiburón lija (*Dalatias licha*) apareció y desapareció dos veces, acumulando cerca de 17 años de ausencia intermitente durante 28 años de muestreo. En contraste, una interpretación alternativa es que a pesar de que los resultados del estudio son innegables en cuanto a la disminución de las poblaciones, no son suficientes para declarar las extirpaciones.

Otro caso que merece ser mencionado es el de las extirpaciones reportadas para el Mar Adriático. En 2001 se publicó un trabajo donde se describen los cambios de largo plazo experimentados por los recursos pesqueros en esa zona (Jukic-Peladic *et al.*, 2001). En el estudio se comparan los resultados obtenidos durante dos cruceros de investigación, uno llevado a cabo en 1948 y otro en 1998, y se presentan sendos registros de especies. Pero en el escrito original también puede apreciarse que las especies supuestamente erradi-

cadras no son el objetivo de ninguna pesquería y dentro de éstas, ninguna de las que fueron más abundantes en el primer crucero excede una frecuencia de aparición de 4%, lo que sugiere que son poco abundantes de forma natural. Después, estos resultados se utilizarían para proponer nueve extirpaciones: aquellas especies que aparecieron en el primer crucero pero no en el segundo. Consideramos que esta evidencia no es apropiada como para proponer una extirpación.

Extinciones en el mar: mitos y realidades

Los resultados de la revisión pueden analizarse desde varios ángulos. Por ejemplo, según su origen, es evidente que casi todas las extinciones marinas han sido causadas por el hombre. Las consecuencias ecológicas de dichas pérdidas se antojan importantes; sin embargo, no han podido evaluarse con precisión ya sea porque los impactos no se manifiestan de manera cuantificable, porque la causalidad entre las extinciones y su repercusión ecológica no está del todo entendida, o tal vez porque no se han medido las variables adecuadas. Por otra parte, todas las especies involucradas poseen atributos que las hacen susceptibles a los cambios tanto antropogénicos como naturales (del Monte-Luna y Lluch-Belda, 2003); algunas son relativamente grandes y tienen poblaciones poco numerosas y poco fecundas, como la vaca marina de Steller y ciertas aves; otras son endémicas, es decir, su distribución geográfica es muy restringida, como la doncella verde, los invertebrados y algas aquí citadas; o bien, son especies que dependen de dos hábitat para sobrevivir pero en uno de ellos se vuelven más vulnerables, como el *grayling* de Nueva Zelanda y la lamprea marina del Pacífico en los cuerpos de agua continentales.

Además de la morfología y el ámbito de distribución, existen otros atributos que hacen unas especies más proclives a la extinción que otras. Por ejemplo, las especies costeras frente a las de aguas abiertas o del medio profundo, las bentónicas frente a las planctónicas, las que presentan una gran especialización alimentaria frente a las que son más generalistas (Clark, 1994), las que pertenecen a grupos taxonómicos compuestos por pocas especies en comparación con las que pertenecen a clados (grupo de especies relacionadas) numerosos. Igualmente, parece ser que las especies con escasa o nula movilidad y que carecen de desarrollo larvario planctónico, también llamadas especies de desarrollo lecitotrófico, tienen una vida evolutiva más corta que las que tienen fases larvianas planctónicas (desarrollo planctotrófico; Hansen, 1978; Jablonski, 1986).

Bajo una perspectiva histórica, se han evidenciado un total de 16 extinciones marinas, en comparación con las más de 580 no marinas (UICN, www.iucnredlist.org); una sucedió a finales del s. XVIII, siete en el s. XIX y ocho en el s. XX. En promedio, en el mar, se han documentado 0,08 extinciones por año durante los últimos 200 años, con tendencia positiva; sin embargo, durante el s. XX casi todas las especies dejaron de verse antes de 1950, excepto la foca monje del caribe y el coral de fuego, de tal suerte que en el siglo pasado la tendencia de la tasa de extinciones registradas es negativa. Más aún, si se descartan el coral de fuego y la lapa, especies que se extinguieron por causas naturales, habría una extinción más en el s. XIX que en el s. XX.

Es posible que la cantidad de extinciones marinas registradas sea menor que el total de extinciones sucedidas y no documentadas. Sin embargo este argumento, hasta el momento, carece de evi-

dencia comprobable. Incluso bajo el supuesto de que las extirpaciones son el preludio de una extinción, parece ser que éstas tampoco muestran una tendencia creciente, al menos no durante los últimos 50 años.

Si bien sería deseable no haber causado ninguna extinción, las cifras aquí mostradas son desproporcionadas con respecto a la noción pública relacionada a la pérdida de biodiversidad en el mar, entendida como el recorte sistemático de especies.

En este punto deben hacerse dos paréntesis. Primero, en ecología, la biodiversidad no solo se refiere al número de especies sino también a la abundancia de cada una; y más recientemente ha sido concebida como la estructura y organización de los sistemas ecológicos en función de las especies que los componen (Reaka-Kudla *et al.*, 1996; Loreau *et al.*, 2002). En este sentido, el efecto de las extinciones y extirpaciones apenas se está estudiando. En segundo lugar, no se pone en duda que el hombre puede explotar las poblaciones hasta el punto de llevar una pesquería a niveles económicamente insostenibles, como se ha hecho con el 10% de los recursos pesqueros a nivel mundial (SOFIA, 2004). Sin embargo, la idea que el colapso de una pesquería equivale al colapso de una población y éste, a su vez, a la extinción de una especie, no siempre es correcta.

El bacalao (*Gadus morhua*) en el Mar del Norte y el atún aleta azul (*Thunnus maccoyii*) en Japón son típicos ejemplos de recursos sobreexplotados, pero aun así, las poblaciones remanentes se calculan en cerca de un millón y medio millón de individuos, respectivamente (Matsuda *et al.*, 2000), tamaño insuficiente como para hacer rentable una pesquería, pero suficiente como para descartar una extinción. La secuencia "pesquería colapsada - población colapsada

- extinción" solo tiene sentido cuando se trata de una especie endémica compuesta por una sola población, ya que la desaparición de esta última automáticamente se traduce en la extinción de la especie, como en el caso de la vaca marina de Steller o las algas marinas citadas. Cabe enfatizar que en términos estadísticos las especies endémicas tienen mayores posibilidades de extinción de manera natural (del Monte-Luna y Lluch-Belda, 2003).

El enfoque técnico-logístico ilustra bastante bien el problema de las extinciones. Es fácil entender que una extinción ocurre cuando muere el último representante de una especie, lo difícil es comprobar que esto haya ocurrido. Por ejemplo, se puede decir con absoluta certeza que *Tyrannosaurus rex* está extinto, incluso sabiendo muy poco acerca de su biología o biogeografía. Desde que un ejemplar quedó fosilizado hasta que fue descubierto, ha pasado tanto tiempo sin que hubiera registros de su presencia que no hay posibilidad de encontrar un solo representante vivo. Hay casos excepcionales, no obstante, en los que se han encontrado poblaciones establecidas de especies que se suponían extintas hace más de 10 millones de años, como la rata laosina *Laoanastes aenigmamus* (Dawson *et al.*, 2006) y la conífera australiana *Wollemia nobilis* (Jones *et al.*, 1995).

Por otra parte, en el caso del alga *Vanvoorstia bennettiana*, que es un organismo inmóvil, conspicuo y que solo habita en un recoveco dentro de la Bahía de Sydney, se necesitaron casi 50 años de investigación constante antes de que las probabilidades de volver a observarla se redujeran técnicamente a cero. Los problemas logísticos se incrementan de forma exponencial conforme la movilidad del organismo aumenta; es decir, a medida que sus distribuciones latitudinal, longitudinal y vertical son más amplias. Los

problemas aumentan aún más cuando entran en juego interacciones población-ambiente que pueden causar de manera natural la desaparición temporal de poblaciones enteras hasta por 30 años a lo largo de amplios dominios de su distribución (Lluch-Belda *et al.*, 1992).

Ante esta situación se han propuesto varias soluciones que, de acuerdo a criterios científicos rigurosos, permiten hacer una selección cuidadosa de los casos que ameritan ser considerados como extinciones, discriminándolos de aquellos que no cumplen dichos criterios, pero que al mismo tiempo permiten identificar de manera oportuna las especies que se acercan, en algún grado, a esta condición. El CREO (<http://creo.amnh.org>) y la Lista Roja de la IUCN son dos iniciativas que han ofrecido planteamientos valiosos en este sentido. El CREO se encarga de crear y proponer criterios para saber cuándo una especie puede considerarse como extinta, y la Lista Roja tiene como finalidad identificar el grado de vulnerabilidad de las especies a la extinción.

Asimismo, existen técnicas numéricas que usan registros museográficos y datos de avistamientos para calcular fechas probables de extinción y los intervalos de confianza correspondientes, lo que representa una herramienta conveniente cuando no existe otro tipo de información (Roberts y Solow, 2003). Infortunadamente, dado que estos planteamientos no constituyen una norma, las extinciones pueden ser anunciadas sin haber sido evaluadas con anticipación.

Por último, cabe abordar el tema de las extinciones marinas en el contexto pragmático del uso y conservación de los recursos vivos. La sociedad es quien en última instancia financia y determina la dirección de las investigaciones relacionadas a la administración de los recursos naturales, estableciendo un diálogo iterativo entre el desempeño

de la ciencia y los nuevos problemas que requieren de su participación. *Grosso modo*, cuando la ciencia propone una solución a las demandas de la sociedad, ésta, asumiendo que se le presenta toda la información disponible, puede responder fomentando la investigación y planteando nuevas necesidades. Este proceso, de por sí lento, se entorpecería aún más si la sociedad recibe información incompleta o sesgada, ya que tomaría tiempo presentar la evidencia que hiciera el contrapeso respectivo, lo cual tiene el potencial de debilitar la credibilidad en la ciencia.

En este caso, cuando la ciencia declara y difunde la extinción o extirpación de especies, como en efecto sucede, la sociedad recibe un mensaje y responde en consecuencia aumentando los fondos para la conservación, por ejemplo. Pero si después de esto las especies “resucitan”, como se ha reportado en numerosas ocasiones (Fernández y Fernández Arroyo, 2004) o las cifras de extinción resultan ser menos espectaculares de lo que se cree, como aquí sugerimos, no puede esperarse que la sociedad, ya predispuesta, responda de forma alentadora. Por ello, declarar la extinción de las especies o proyectar escenarios catastróficos sin una base científica sólida, plural y consensuada, puede afectar negativamente los esfuerzos que se invierten en conservación.

Conclusiones

– El ser humano tiene la capacidad de exterminar especies marinas, en especial aquellas que poseen características que han demostrado históricamente hacerlas más susceptibles a la extinción. Entre los atributos más importantes se tiene una distribución geográfica restringida, baja tasa de reproducción, gran tamaño corporal, distribución en aguas someras, alto grado de especialización, desarrollo larvario de tipo planctotrófico y requerimien-

to de ambientes complementarios al marino (dulceacuícolas).

– Las extinciones recientes en el mar son menos frecuentes de lo que se asume, y mucho menos numerosas que en el medio terrestre. Entre más de 130 extinciones y extirpaciones marinas documentadas, se encontró que en el 50% de los casos existe evidencia que indica lo contrario, o bien que la información existente es insuficiente o inadecuada para apoyar tales aseveraciones. Si bien existe una tendencia positiva en el número promedio de extinciones documentadas entre los s. XIX y XX, ésta es negativa durante los últimos 100 años.

– Se recomienda que antes de que una especie sea considerada extinta, la evidencia que apoya tal declaración sea evaluada con todo el rigor científico, debiéndose cumplir una serie de criterios jerarquizados, producto de un consenso a nivel internacional y propuestos por expertos en la materia. Dichos criterios, a su vez, deben ser constantemente evaluados, validados y actualizados.

– Al declarar de manera prematura la extinción de las especies, se corre el riesgo de debilitar la credibilidad científica, al menos, de la categoría “extinto” de las listas nacionales e internacionales de conservación y pudiera afectar negativamente los propios esfuerzos que se dedican a la conservación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dedican este trabajo a la memoria de Juan Félix Elorduy-Garay y agradecen el apoyo financiero del IPN a través de la COFAA, el Proyecto SIP 20070254, el EDI, y al SNI del CONACYT.

REFERENCIAS

Aldebert Y (1997) Demersal resources of the Gulf of Lions (NW Mediterranean). Impact

of exploitation on fish diversity. *Vie Milieu* 47: 275-284.

Butler J, Neuman M, Pinkard D, Kvitik R, Cochran G (2006) The use of multibeam sonar mapping techniques to refine population estimates of the endangered white abalone (*Haliotis sorenseni*). *Fishery Bull.* 104: 521-532.

Carlton JT, Geller JB, Reaka-Kudla ML, Norse EA (1999) Historical extinctions in the sea. *Annu. Rev. Ecol. System.* 30: 515-538.

Casey JM, Myers RA (1998) Near extinction of a large, widely distributed fish. *Science* 281: 690-692.

Clark KB (1994) Ascoglossan (=Saccoglossa) molluscs in the Florida Keys: rare marine invertebrates at special risk. *Bull. Mar. Sci.* 54: 900-916.

Close D (2002) The ecological and cultural importance of a species at risk of extinction, Pacific lamprey. *Fisheries* 27: 19-25.

Dawson MR, Marivaux L, Li Ch, Beard C, Métais G (2006) Laonastes and the “Lazarus Effect” in recent mammals. *Science* 311: 1456-1458.

DEFRA (2005) *Charting progress: an integrated assessment of the state of UK seas*. Stage 1, Ch. 4: Marine Fish and Fisheries. DEFRA Publications. Londres, RU. www.defra.gov.uk/environment/water/marine/uk/stateofsea/#note

del Monte-Luna P, Lluch-Belda D (2003) Vulnerability and body size: tetrapods versus fish. *Popul. Ecol.* 45: 257-262.

del Monte-Luna P, Lluch-Belda D, Serviere-Zaragoza E, Carmona R, Reyes-Bonilla H, Auriolles-Gamboa D, Castro-Aguirre JL, Guzmán del Prío S, Trujillo-Millán O, Brook BW (2007) Marine extinctions revisited. *Fish Fisheries* 8: 107-122

Dulvy NK, Sadovy Y, Reynolds J (2003) Extinction vulnerability in marine populations. *Fish Fisheries* 4: 25-64.

Fernández y Fernández-Arroyo FJ (2004) Algunos descubrimientos zoológicos recientes. *Naturalicante*. www.naturalicante.com/mochila/Art-e-infor/descub-zool/descub-zool.htm.

Hansen TA (1978) Larval dispersal and species longevity in Lower Tertiary gastropods. *Science* 199: 885-887.

Hobday AJ, Tegner MJ (2000) Status review of white abalone (*Haliotis sorenseni*) throughout its range in California and Mexico. NOAA Technical Memorandum NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWR-05. EEUU. 101pp.

- Hooper DU, Chapin III RF, Hector EA, Inchausti P, Lavorel S, Lawton JH, Lodge DM, Loreau M, Naeem S, Schmid B, Setälä H, Symstad AJ, Vandermeer J and Wardle DA (2005) Effects of Biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecol. Monogr.* 75: 3-35.
- ICES (2005) *Report of the Working Group on Elasmobranch Fishes* (WGEF). ICES CM 2006/ACFM: 03 Lisboa, Portugal. 229 pp.
- Jablonski D (1986) Larval ecology and macroevolution in marine invertebrates. *Bull. Mar. Sci.* 39: 565-587.
- Jablonski D (2004) Extinction: past and present. *Nature* 427: 589.
- Jones WG, Hill KD, Allen JM (1995) *Wollemia nobilis*: a new living Australian genus and species in the Araucariaceae. *Telopea* 6: 2-3.
- Jukic-Peladic S, Vrgoc N, Krstulovic-Sifner S, Piccinetti C, Piccinetti-Manfrin G, Marano G, Ungaro N (2001) Long-term changes in demersal resources of the Adriatic Sea: comparison between trawl surveys carried out in 1948 and 1998. *Fisheries Res.* 53: 95-104.
- Kulka DW, Frank K, Simon J (2002) *Barndoor skate in the Northwest Atlantic off Canada: distribution in relation to temperature and depth based on commercial fisheries data*. Res. Doc. 2002/073. DFO CSAS. 16 pp.
- Lluch-Belda D, Schwartzlose RA, Serra R, Parrish RH, Kawasaki T, Hedgecock D, Crawford RJM (1992) Sardine and anchovy regime fluctuations of abundance in four regions of the worlds oceans: a workshop report. *Fisheries Oceanogr.* 1: 339-347.
- Loreau M, Naeem S and Inchausti P (2002) *Biodiversity and Ecosystem Functioning. Synthesis and Perspectives*. Oxford University Press. Nueva York, EEUU. 294pp.
- MacPhee RDE, Flemming C (1999) Requiem Æternam: the last five hundred years of mammalian species extinctions. En MacPhee RDE (Ed.) *Extinctions in Near Time: causes, contexts, and consequences*. Kluwer. Nueva York, EEUU. pp. 333-372.
- Malakoff D (1997) Extinction in the high seas. *Science* 277: 486-488.
- Matsuda H, Yahara T, Kanejo Y (2000) Extinction risk assessment of threatened species. *Popul. Ecol.* 42: 3-4.
- Moore SE, Urban JR, Perryman WL, Gulland F, Pérez-Cortés HM, Wade P, Rojas-Bracho L, Roules T (2001) Are gray whales hitting 'K' hard? *Mar. Mam. Sci.* 17: 954-958.
- Raup DM (1994) The role of extinction in evolution. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 91: 6758-6763.
- Roberts CM, Hawkins JP (1999) Extinction risk in the sea. *Trends Ecol. Evol.* 14: 241-246.
- Roberts DL, Solow AR (2003) When did the dodo become extinct? *Nature* 426: 245.
- Signor PW (1990) The geologic history of diversity. *Annu. Rev. Ecol. System.* 21: 509-539.
- SOFIA (2004) *The State of World Fisheries and Aquaculture*. FAO. Roma, Italia. 153 pp.
- Solan M, Cardinale BJ, Downing AL, Engelhardt KAM, Ruesink JL and Srivastava DS (2004) Extinction and Ecosystem Function in the Marine Benthos. *Science* 306: 1177-1180.
- Reaka-Kudla ML, Wilson DE, Wilson EO (Eds.) (1996) *Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources*. Joseph Henry Press, National Academy Press. Washington DC. EEUU. 551 pp.
- Solé RV, Montoya JM and Erwin DH (2002) Recovery after mass extinction: evolutionary assembly in large scale biosphere dynamics. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. Ser. B* 357: 697-707.
- UICN (2001) *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN*. Ver. 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies. UICN. Gland, Suiza. 33 pp.
- Wolff WJ (2000) The south-eastern north sea: losses of vertebrate fauna during the past 2000 years. *Biol. Cons.* 95: 209-217.
- Worm B, Barbier EB, Beaumont N, Duffy JE, Folke C, Halpern BS, Jackson JB, Lotze HK, Micheli F, Palumbi SR, Sala E, Selkoe KA, Stachowicz JJ, Watson R (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314: 787-790.