

# La DISMINUCIÓN en el NIVEL TRÓFICO de las capturas **pequeras** en México

Héctor Reyes Bonilla, Luis E. Calderón Aguilera, Octavio Aburto Oropeza, Juan Gabriel Díaz Uribe, Horacio Pérez España, Pablo del Monte Luna, Salvador Lluch Cota y Luis G. López-Lemus

## Introducción

La depredación es un proceso ecológico central en la naturaleza.

Pensemos en un arrecife. Ahí se pueden encontrar vegetales marinos, peces que comen vegetales, caracoles, gusanos y estrellas de mar —que también comen vegetales— y otros animales minúsculos. Hay peces que se comen a los caracoles, estrellas y gusanos; peces que comen peces, y otros peces, como los tiburones, que se comen a los peces que comen peces.

En un contexto más amplio, la idea de que “el pez grande se come al chico” significa que las relaciones entre dos o más especies no se describen simplemente como eslabones secuenciales de una cadena, sino como nodos de una red alimentaria (o “red trófica” más compleja).

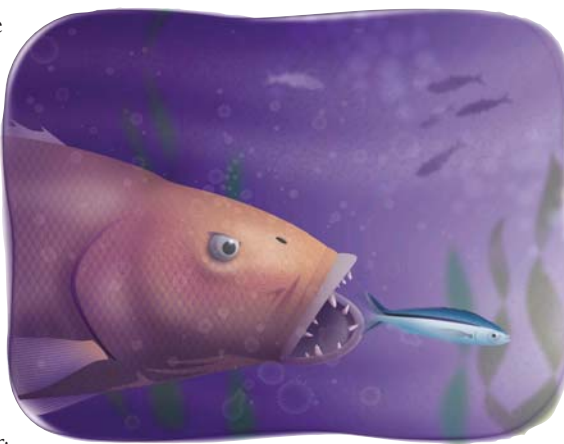
La representación convencional de estas relaciones mediante una pirámide que en la base sitúa a las plantas, en la punta a los depredadores superiores y en el medio a una mezcla de especies que se alimentan y sirven de alimento a otras, aunque práctica y didáctica, cuenta sólo una parte de la historia, puesto que cada nodo puede interactuar con cualquier otro en la red.

El ejemplo previo describe una red trófica (del griego *trofos*, alimenticio). Las plantas, ya que no se ali-

mentan de ningún otro organismo, tienen un *nivel trófico* de 1, mientras que a cualquier otro organismo se le asigna un nivel mayor. Por ejemplo, un pez que consume 40 por ciento de algas (nivel trófico 1) y 60 por ciento de gusanos herbívoros (de nivel trófico 2) tendrá un nivel trófico de  $[1 + (0.4 \times 1) + 0.6 \times 2] = 2.6$ .

La actividad pesquera puede incidir sobre las especies en todos los niveles en una red trófica, aunque generalmente se concentra en los depredadores, ya que suelen ser los de mayor tamaño (cabrillas, meros, huachinangos, tiburones, bacalao, etcétera) y los de mayor valor económico. Además, tardan más en crecer y no son tan abundantes como los organismos de niveles tróficos inferiores.

Si se conoce la dieta y nivel trófico de las especies que se pescan en cierta región geográfica, es posible calcular el nivel trófico promedio (NTP) de la captura para el sitio. Por ejemplo, alrededor de una isla donde se pescan comúnmente tres especies en iguales proporciones: tiburón (nivel trófico 5), pargo (nivel trófico 4) y sardina (nivel trófico 3), su nivel trófico promedio es  $4 [(5 + 4 + 3) / 3 = 4]$ . Si, pasado el tiempo, la explotación de los tiburones fuera tan intensa que no aparecieran en la captura, el nivel trófico promedio disminuiría de 4 a 3.5, ya que  $(4 + 3) / 2 = 3.5$ . Y si posteriormente ya no hubiera



más pargos en la captura, el nivel trófico promedio bajaría hasta 3, porque habría sólo sardinas.

Un resultado potencial de esta secuencia de eventos es una disminución del nivel trófico promedio y de la captura total, lo que equivaldría a extraer una “parte” de la punta en una pirámide trófica, haciéndola cada vez más pequeña en altura y probablemente más angosta. Si consideramos que en nuestro ejemplo el tiburón, el pargo y las sardinas se relacionan directa e indirectamente con otras especies en una red, la disminución del nivel trófico promedio y la captura equivalen a reducir el número de nodos de la red, simplificándola, y a modificar sus relaciones, desarreglándola. El grado de simplificación y desarreglo derivan de la intensidad y frecuencia de la pesca, del tamaño y comportamiento de las poblaciones sujetas a explotación y de su capacidad biológica para recuperarse.

El fenómeno del ejemplo expuesto se denomina “disminución del nivel trófico de la captura pesquera” (DNT) y fue dado a conocer en 1998 por Daniel Pauly y sus colaboradores, de la Universidad de Columbia Británica, en Canadá. Desde entonces muchos grupos de investigación se han dado a la tarea de buscar evidencias de la disminución del nivel trófico de la captura pesquera en escalas regionales y locales, con lo que han llegado a conclusiones a veces contradictorias; el fenómeno efectivamente es detectable en ciertos lugares, pero en muchos otros la señal de disminución del nivel trófico es imperceptible. Por otra parte, la disminución del nivel trófico de la captura pesquera puede no ser resultado solamente de problemas ecológicos, sino de cambios en el precio de ciertos productos (especialmente moluscos o crustáceos, de bajo nivel trófico), por el incremento natural de especies de niveles tróficos bajos y por el desarrollo de nuevas pesquerías cuyas especies objetivo pertenecen a niveles bajos.

En este sentido hay una pregunta clave que no ha sido contestada con claridad: ¿cuál es la relación entre la disminución del nivel trófico de la captura pesquera con la salud del ecosistema?; es decir, ¿hasta dónde podemos afectar un sistema con la pesca (una actividad fundamental para el bienestar de las sociedades humanas) sin menoscabo del funcionamiento de la naturaleza? O bien, ¿qué tan afectado puede estar un ecosistema antes de manifestar una disminución del

nivel trófico? Considerando la importancia del tema, el presente artículo presenta un resumen de la información generada en nuestro país por investigadores mexicanos.

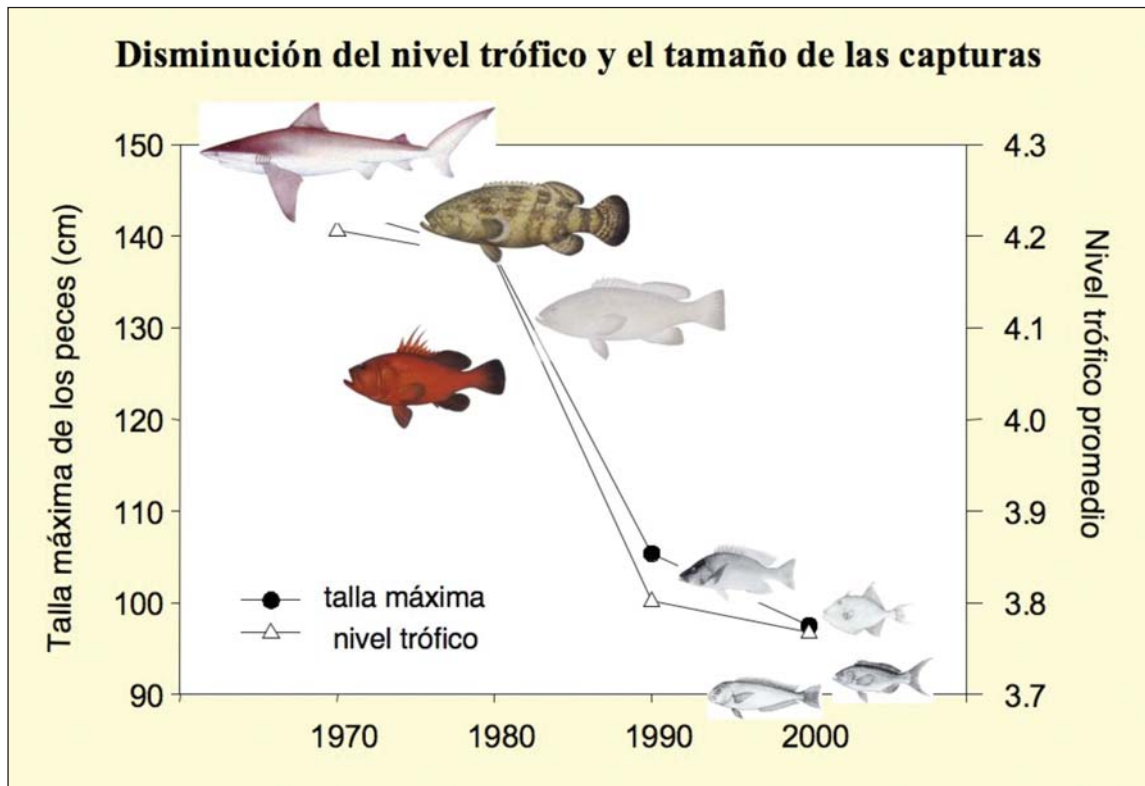
## **Evidencia a favor de la disminución del nivel trófico**

### **Región suroeste del Golfo de California**

En nuestro país, aunque existe una aparente estabilidad de las capturas pesqueras totales, las estadísticas oficiales mostraron, entre 2000 y 2004, una disminución considerable de la captura por unidad de esfuerzo de varios grupos o especies asociadas a arrecifes rocosos –por ejemplo, tiburones, jureles, pargos y cabrillas– como consecuencia del aumento exponencial de la actividad pesquera y del uso de “redes agalleras”. Sin embargo, la agregación de recursos pesqueros en grupos tan amplios en tales compendios estadísticos no permite distinguir el recambio de especies en el tiempo para cada recurso catalogado, y enmascara las distorsiones ecológicas y los efectos potenciales consecuentes de la pesca sobre especies relevantes. No obstante, es un hecho que en varias regiones del país existen cambios en la composición de las capturas y en la ubicación de las áreas de pesca.

El análisis de Sala y colaboradores (2004) para la región comprendida entre la bahía de La Paz y Cabo Pulmo (23 a 25 grados Norte) reporta que en la década de los setenta las tortugas, los tiburones y las grandes garropas eran un elemento común en el paisaje submarino del Golfo de California, y constituían el grueso de las pesquerías ribereñas, y que tres décadas después sus abundancias disminuyeron considerablemente. De esta forma, especies de pequeño y mediano tamaño, incluso algunas que antes no tenían valor de mercado (como los peces perico) se capturan ahora con más frecuencia.

El impacto social de estos cambios en la disponibilidad de especies (Figura 1) significa que los pescadores encuentran las especies comercialmente importantes cada vez menos y en tallas más pequeñas, y consiguen en su lugar especies herbívoras de baja calidad para los mercados. En consecuencia, también trabajan más



**Figura 1.** Cambios temporales en el nivel trófico promedio y la talla máxima de peces en las capturas de la porción suroccidental del Golfo de California (modificado de Sala y colaboradores, 2004).

arduamente, por más tiempo y viajando más lejos para adquirirlas.

Dentro de este contexto, los autores demuestran que en algunas comunidades pesqueras del suroeste del Golfo de California la disponibilidad de especies comerciales es nula, si bien en aquellas donde la pesca ha sido menos intensa existe mayor riqueza de especies preferidas para el consumo humano, con individuos más grandes y de niveles tróficos más altos (por ejemplo, piscívoros). Particularmente, las pesquerías de la baqueta *Epinephelus acanthistiui* y del mero gigante *E. itajara*, depredadores de gran tamaño y con alto valor de mercado, han sido sustituidas por pesquerías de especies de tamaño mediano y niveles tróficos menores, del género *Mycteroperca* (cabrillas). Estas últimas, sin embargo, ya comienzan a reflejar signos de sobrepesca y han dado paso a la captura de peces más pequeños y de niveles tróficos menores. El impacto que han sufrido las poblaciones de baqueta y mero ha llevado a varios investigadores a considerarlas como especies en riesgo (Morris y colaboradores, 2000).

### El alto Golfo de California y la curvina; ¿aumento o descenso del nivel trófico de las capturas?

La pesca artesanal se ha practicado en el alto Golfo de California y el delta del río Colorado desde antes de la llegada de los españoles, y evolucionó a una pesca industrial alrededor de 1950. El alto nivel de las capturas se ha mantenido a pesar de que desde 1993 esta región fue declarada reserva de la biosfera, y de que todavía no se tiene una idea clara del impacto de esta actividad sobre el ecosistema.

Con el fin de determinar el nivel trófico de las capturas, Calderón y colaboradores (2005) analizaron los registros oficiales de desembarcos de Puerto Peñasco, el golfo de Santa Clara (Sonora) y San Felipe (Baja California) del periodo 1987-2004. Las especies más abundantes fueron el chano *Micropogonias megalops*, camarones de varias especies, la sierra *Scomberomorus sierra*, tiburones y rayas diversos, la merluza *Merluccius angustimanus*, la baqueta *E. acanthistiui*, el lenguado *Citharichthys fragilis* y otras 15 especies que, juntas, com-

prenden el 99 por ciento de las capturas históricas en la zona. El análisis demostró que el nivel trófico de las capturas aumentó de 3.4 en 1988 a 3.8 en 2002, lo que podría sugerir una recuperación de las pesquerías y un efecto benéfico de las actividades de conservación en la reserva. Sin embargo, como puede verse en la Figura 2, este aumento del nivel trófico es consecuencia de la reaparición de la curvina *Cynoscion othonopterus*, una especie carnívora de alto nivel trófico (4.0), cuyas capturas se elevaron considerablemente en la región —de 3.8 toneladas en 1992 a 5 mil 275 en 2002—, dadas las aparentes mejoras en su hábitat de reclutamiento a partir de las descargas atípicamente altas del río Colorado hacia el Golfo de California en 1993, 1997 y 1998.

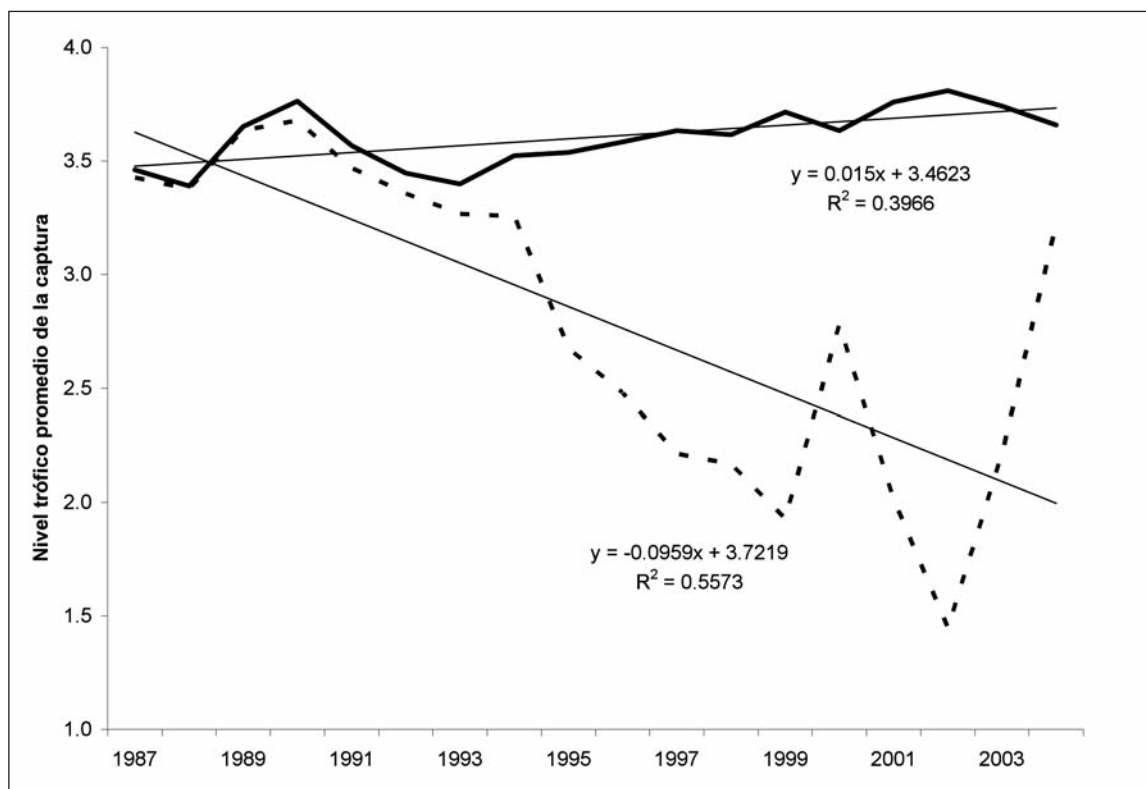
Sin embargo, cuando las capturas de curvina se excluyen del análisis, el valor del nivel trófico cae de 3.7 en 1990 a 1.4 en 2002, cuando éstas alcanzan su máximo histórico. En conclusión, la aparente elevación del nivel trófico en las capturas del alto Golfo de

California pueden explicarse por el aumento inusual de un recurso específico, por lo que en esta región del país bien puede ser ejemplo de la disminución del nivel trófico de la captura pesquera (disminución del nivel trófico).

### Evidencias en contra de la disminución del nivel trófico de la captura pesquera

#### El nivel trófico y las capturas a nivel nacional

El volumen de las pesquerías marinas en México se ha estabilizado desde la década de los ochenta a pesar de un aumento sustancial de embarcaciones y de los avances tecnológicos inherentes a la actividad. Esto parece ser un indicio de que se han alcanzado los niveles máximos de captura en las áreas de pesca, y de que varias de las poblaciones que sostienen la pesca



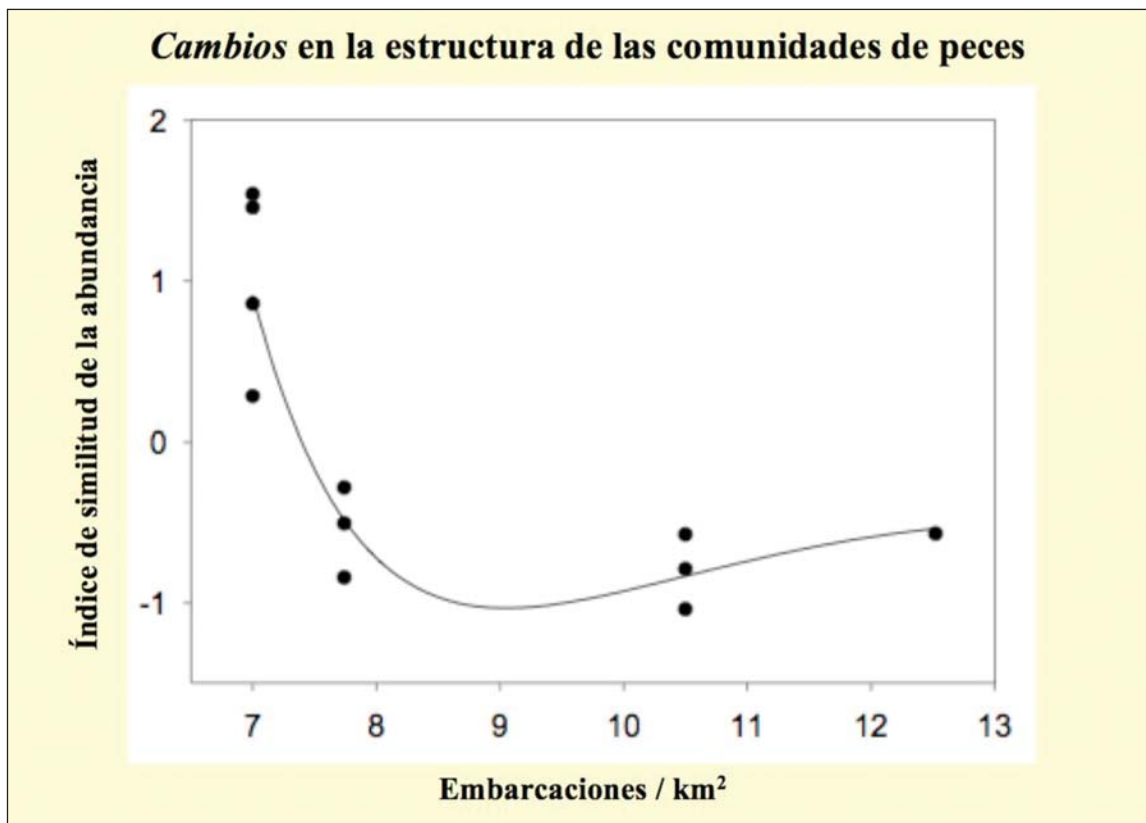
**Figura 2.** Nivel trófico promedio (NTP) de la captura en el Alto Golfo de California incluyendo todas las especies (línea continua) y nivel trófico promedio excluyendo las capturas de curvina *Cynoscion othonopterus* (línea discontinua). Obsérvese que el coeficiente de regresión es mayor al excluir las capturas de curvina.

están ya sobreexplotados, según lo refrenda la más reciente actualización de la Carta Nacional Pesquera producida por el Instituto Nacional de la Pesca (SAGARPA, 2006).

Sin embargo al analizar el nivel trófico de las capturas pesqueras reportadas por México ante la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) –mismas que en parte utilizaron Pauly y colaboradores (1998) para describir la disminución del nivel trófico de la captura pesquera a nivel mundial por primera vez–, no se percibe una disminución del nivel trófico ni a una escala de país ni regionalmente para cada litoral –el del Océano Atlántico, que incluye al Golfo de México y mar Caribe, y el del Océano Pacífico al Golfo de California y la costa occidental–, según lo reportan Pérez España y colaboradores (2006). De hecho, a esta escala, los autores concluyen que el nivel trófico promedio de las capturas se ha

mantenido estable, pero a su vez afirman que esto no significa la existencia de pesquerías saludables, ya que de acuerdo con las cifras oficiales de las 109 unidades pesqueras relevantes por su volumen, 76 están ya explotadas al máximo o en situación de deterioro (Instituto Nacional de Pesca, 2006).

En todo caso, la estabilidad aparente del nivel trófico puede explicarse a partir de una amplia actividad pesquera multiespecífica de carácter artesanal que ocurre en ecosistemas con una alta biodiversidad que por un lado captura especies de varios niveles tróficos, y por otro, esta misma biodiversidad alta podría facilitar el reemplazo de especies de niveles tróficos similares. Por lo anterior, el cálculo del nivel trófico promedio arroja valores relativamente constantes a lo largo de una serie histórica, aun cuando la estructura de las comunidades del ecosistema pudiera haber cambiado (Figura 3).



**Figura 3.** Cambios en la estructura de las comunidades de peces en arrecifes rocosos del Golfo de California a lo largo de un gradiente de presión pesquera. La estructura comunitaria se expresa como la contribución –positiva o negativa– a la descripción cuantitativa de la similitud en la abundancia de peces de varios sitios, en el primer eje de un análisis de componentes principales. La presión de pesca explica el 99 por ciento de la variación en los datos (modificado de Sala y colaboradores, 2004).

La pesca se practica en los litorales mexicanos desde tiempos prehispánicos, pero muchas de las pesquerías adquieren una escala industrial a partir de los años cincuenta. Los recursos eran abundantes y se podían capturar peces de gran tamaño cerca de la costa. El incremento del esfuerzo pesquero, por un lado, y la aplicación de tecnología más avanzada, por otro, hace más vulnerables a muchas especies y ahora es necesario ir más lejos y trabajar más para capturar peces más pequeños y en consecuencia de menor calidad.



### **Pesca y disminución del nivel trófico en las bahías de La Paz y La Ventana, Baja California Sur: ¿existe impacto en el ecosistema?**

En las bahías de La Paz y de La Ventana, en el sur del Golfo de California, opera una de las flotas ribereñas más numerosas y de mayor producción pesquera en la costa oriental de Baja California Sur, que entre enero y marzo aumenta su capacidad con la adición de la flota camaronera del Pacífico. Esta última captura incidentalmente una gran variedad de especies de fondo y formas juveniles de peces que, a su vez, en su fase adulta, son capturadas por la flota ribereña en su mayoría. Las capturas ribereñas en la región se componen de más de 50 recursos (o grupos de especies), de los cuales 13 representan en promedio el 80 por ciento de las capturas anuales.

El análisis trófico detallado de estas bahías, recientemente publicado por Díaz Uribe y colaboradores (2007), muestra que durante la década de los noventa el nivel trófico de las capturas se mantuvo alrededor de 3.4, y que a principios del nuevo milenio descendió a 3.25, en promedio. Sin embargo, ¿es esta ligera disminución del nivel trófico un indicador del impacto de la pesca sobre los ecosistemas? ¿Está asociada a un descenso en las capturas?

Entre 1996 y 1998, en la bahía de La Paz se registraron volúmenes extraordinarios en las capturas de calamar (nivel trófico 3.5) que oscilaron entre 400 y 23 mil toneladas anuales, mientras que fuera de este periodo no rebasaron las 40 toneladas por año. Como en el caso del alto golfo, al excluir esta anomalía las capturas totales en bahía de La Paz se ajustan entre las mil y mil 300 toneladas al año de 1992 a 2001, lo cual significa que la referida disminución del nivel trófico no se relaciona con una disminución en el volumen de capturas, y que como tal no presupone un impacto importante de la actividad pesquera sobre el ecosistema, desde esta perspectiva.

Díaz Uribe y colaboradores demuestran además que en la región estudiada, el huachinango *Lutjanus peru* se encuentra en su máximo nivel de explotación, mientras que el tiburón puede considerarse ya sobreexplotado. Estos resultados permiten concluir que aunque el ecosistema en su conjunto parece no presentar signos

importantes de impacto por parte de la actividad pesquera, algunas poblaciones que son clave para sostener esta actividad económica han rebasado los niveles óptimos de explotación. Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de definir medidas de manejo especialmente dirigidas a estas poblaciones, aun cuando en primera instancia no sea posible detectar señales de deterioro ecosistémico.

### Conclusiones

Si bien las evidencias discutidas sobre la presencia de la disminución del nivel trófico en México se traducen en posturas aparentemente encontradas sobre su interpretación e implicaciones debido al contexto espacio-temporal en que es posible, o no, detectarla, el argumento común de esta discusión es que su ausencia no es sinónimo de un ecosistema saludable ni de una pesca responsable.

De hecho, el fenómeno recurrente de la disminución del nivel trófico de las capturas pesqueras puede interpretarse de dos formas: la primera, que el proceso es indicativo del *reemplazo secuencial* de especies de un nivel trófico alto por aquellas de bajo nivel y menos valiosas, en tanto las primeras se capturan hasta la extinción económica –proceso que hemos discutido ampliamente. La segunda, que se trata de la *adición secuencial* de especies de bajo nivel trófico a las pesquerías, misma que debería calificarse con la misma severidad que se ha aplicado a la primera interpretación pues, a final de cuentas, conduce igualmente a demandas incompatibles por los mismos servicios ambientales de parte de la industria.

Esta segunda interpretación parte del análisis de las tendencias en las capturas pesqueras en 48 “grandes ecosistemas marinos” de todo el mundo publicado por Essington y colaboradores (2006), en el que se demuestra que el fenómeno de la disminución del nivel trófico se presenta en 30 de estos ecosistemas, pero que el mecanismo de la adición secuencial fue por mucho la causa más común detrás de ellos. Específicamente, solamente nueve casos mostraron capturas decrecientes en especies de niveles tróficos altos, en contraste con 21 de ellos que o bien no mostraron cambios significativos ( $n = 6$ ) o que de hecho hasta se incremen-



La disminución del nivel trófico promedio de la captura se debe básicamente a que la proporción de depredadores superiores, como tiburones, y peces carnívoros de niveles tróficos altos, como los pargos, disminuye con respecto a otras especies de nivel trófico inferior, como las sardinas. Para algunos, éste es un síntoma de sobrepesca, pero en realidad: ¿cuál es la relación entre la disminución del nivel trófico promedio de la captura con la salud del ecosistema? Es decir, ¿hasta dónde podemos afectar un sistema con la pesca (una actividad fundamental para el bienestar de las sociedades humanas), sin menoscabo del funcionamiento de la naturaleza? O bien: ¿Qué tan afectado puede estar un ecosistema antes de manifestar una disminución del nivel trófico promedio de la captura?

taron ( $n = 15$ ) mientras ocurría la susodicha “disminución del nivel trófico”. De hecho –como bien lo ejemplifica la región del Golfo de California en los casos presentados– los ecosistemas son sujetos regularmente al colapso y al reemplazo secuencial de sus pesquerías según la interpretación más ortodoxa del fenómeno.

Finalmente, los hallazgos que hemos discutido nos conducen a reflexionar sobre los siguientes puntos, a saber:

1) El nivel trófico de las pesquerías no necesariamente es un indicador eficaz del estado de los ecosistemas en que éstas tienen lugar, y su disminución puede ser consecuencia de procesos naturales con o sin la intervención humana. Por ejemplo, en la costa occidental de la península de Baja California la pesca se concentra en especies de muy alto valor comercial, pero que son herbívoras o filtradoras, como los abulones (*Haliotis*), los erizos (*Strongylocentrotus*) y las almejas chiludas (*Panopea*); lo mismo puede decirse de la costa del Caribe mexicano, donde el caracol y la langosta (nivel trófico menor a 3) representan las pesquerías principales. En tales regiones se presentan bajos niveles tróficos de las capturas de manera natural y curiosamente es posible que un esfuerzo excesivo lleve a la elevación del nivel trófico si los pescadores comenzaran a capturar otro tipo de recursos.

2) Independientemente de que se presente o no una disminución del nivel trófico, a la fecha no hay dato alguno que permita demostrar que se ha presentado un cambio no deseable en la función y la salud del ecosistema. La evidencia es totalmente circunstancial y se contrapone con datos que señalan una elevada redundancia ecológica de las poblaciones de peces marinos (Alvarez Filip y colaboradores, 2006), y que indirectamente apuntan a que la gran mayoría de las especies son “ecológicamente redundantes”.

3) Si bien algunos de los reportes descritos parecen indicar que el impacto de las pesquerías puede ser pequeño, no existen puntos de referencia claros sobre los cuales –a nivel de ecosistema– se puedan definir objetivos o límites de aprovechamiento de una pesquería que, además, permitan identificar el umbral a partir del cual la integridad del ecosistema se pone en riesgo.

4) El hecho de que no haya evidencias de disminución del nivel trófico o de un impacto aparente sobre

el ecosistema, de ninguna manera significa que no existan efectos a ese nivel, ni que todas las poblaciones se encuentren saludables o en un nivel óptimo de explotación. Por ello, es necesario analizar la evidencia mediante varios enfoques metodológicos y diferentes niveles de organización en el análisis y evaluación de las pesquerías.

5) En su caso, la consideración más importante de la adición secuencial en términos de política pesquera es que en la mayoría de los ecosistemas del mundo, varios niveles tróficos se pescan simultáneamente, y que estas diversas pesquerías imponen demandas incompatibles sobre los ecosistemas marinos que no se representan adecuadamente en los planes de manejo que se aplican por separado a cada especie. De hecho, estos planes no consideran los efectos que tiene una pesquería sobre otra, por lo que la comunidad científica enfrenta el gran desafío de realizar investigaciones ecológicas de amplio alcance para apoyar el desarrollo de enfoques más integrales –ecológicamente fundamentados– para la administración pesquera.



**Héctor Reyes Bonilla** es biólogo marino por la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) y obtuvo su doctorado en la Universidad de Miami. Tiene en su haber numerosas publicaciones en revistas especializadas y se desempeña actualmente como profesor-investigador de la UABCS. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

**Luis E. Calderón** es doctor en ciencias del mar, con especialidad en pesquerías; tiene más de 20 años de realizar investigaciones en ecología pesquera en el Golfo de California. Es investigador del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

**Octavio Aburto** es profesor-investigador de la UABCS y autor de numerosas publicaciones en revistas especializadas sobre temas pesqueros y de conservación. Próximamente obtendrá su doctorado en la Institución Scripps de Oceanografía de la Universidad de California en San Diego. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

**Juan Gabriel Díaz** es biólogo marino por la UABCS, maestro en ciencias por el CICESE y doctor en ciencias por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2007. Es investigador titular del Instituto Nacional de Pesca, responsable del proyecto Calamar Gigante en Baja California Sur. Actualmente realiza una estancia posdoctoral desarrollando un modelo trófico para evaluar distintos escenarios de manejo de la pesquería de calamar tomando como base las propiedades del ecosistema.

**Pablo del Monte** es biólogo marino por la UABCS, maestro y doctor en ciencias marinas por el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), donde actualmente es investigador titular. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

**Horacio Pérez España** es biólogo marino por la UABCS con doctorado en ciencias marinas por el CICIMAR-IPN. Actualmente trabaja con ecosistemas de arrecife, realizando modelos, estudiando las comunidades de peces y analizando el efecto de la pesca sobre estos ecosistemas. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

**Salvador Lluch Cota** es biólogo marino por la UABCS y doctor en uso y manejo de los recursos naturales por el CIBNOR; es investigador titular en el Grupo de Ecología Pesquera de la misma institución y miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

**Luis G López-Lemus** es biólogo marino por la UABCS y doctor del Colegio de Ciencias Ambientales y Forestales de la Universidad Estatal de Nueva York (SUNY-CESF). Tiene una vasta experiencia en compaginar las dimensiones científica y política en temas de ecología pesquera, manejo de recursos naturales, conservación y medio ambiente. Actualmente trabaja para la División de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Fue miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

## Bibliografía

- Álvarez-Filip, L., H. Reyes-Bonilla, y L. E. Calderon-Aguilera, (2006), "Community structure of fishes in Cabo Pulmo Reef, Gulf of California", *Marine ecology*, 27, 253-262.
- Díaz-Uribe, J. G., F. Arreguín-Sánchez, y M. A. Cisneros-Mata, (2007), "Multispecies perspective for small-scale fisheries management: a trophic analysis of La Paz Bay in the Gulf of California, Mexico", *Ecological modelling*, 201, 205-222.
- SAGARPA (2006), "Acuerdo mediante el cual se actualiza la Carta Nacional Pesquera", *Diario Oficial de la Federación* (agosto 25, 2006), primera sección: 15-34; segunda sección: 1-128.
- Instituto Nacional de Pesca (2006), *Sustentabilidad y pesca responsable en México: evaluación y manejo –Actualización 2001-2005*, Instituto Nacional de la Pesca/Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México, 560 pp.
- Morris, A. V., C. M. Roberts y J. P. Hawkins, (2000), "The threatened status of groupers (Epinephelidae)", *Biodiversity and conservation*, 9, 919-942.
- Pérez España, H., L. G. Abarca Arenas, y M. L. Jiménez Badillo, (2006), "Is fishing-down trophic web a generalized phenomenon? The case of Mexican fisheries", *Fisheries research*, 79, 349-352.
- Sala, E., O. Aburto-Oropeza, M. Reza, G. Paredes y L. G. López-Lemus, (2004), "Fishing down coastal food webs in the Gulf of California", *Fisheries*, 29, 19-25.

## Para saber más...

- Clausen, R. y R. York (2008), "Economic growth and marine biodiversity: influence of human social structure on decline of marine trophic levels", *Conservation biology*, en prensa.
- Essington, T. E., A. H. Beaudreau, y J. Wiedenmann (2006), "Fishing through marine food webs", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 9, 3171-3175.
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese, y F. Torres (1998), "Fishing down marine food webs", *Science*, 279, 860-863.