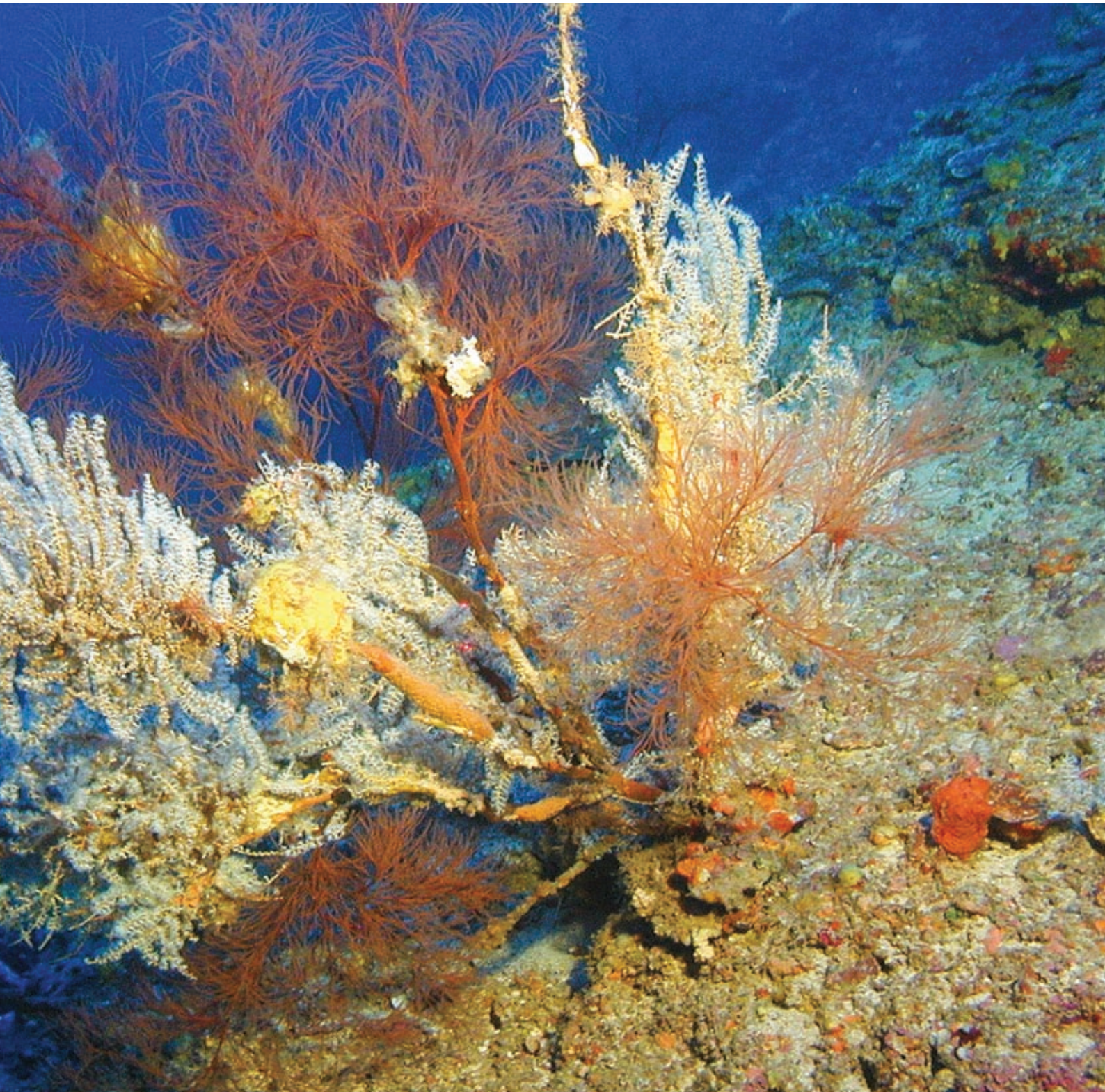
Amenaza marina

especies exóticas invasoras en el entorno marino



Acerca de este folleto

El presente folleto está dirigido al público en general para destacar un de suma importancia a menudo es pasado por alto, y para servir de fuente de información e inspiración.

El material aquí presentado se basa en una gran cantidad de trabajo de muchas instituciones y científicos de todo el mundo, que investigan especies marinas invasoras y desarrollan mecanismos para prevenir, gestionar y mitigar las invasiones biológicas. Su trabajo es reconocido con gratitud.

El folleto no presenta información nueva o primordial, sino más bien una síntesis de las cuestiones y tendencias actuales, incluyendo varios ejemplos de algunas de las peores especies marinas invasoras, su propagación e impacto.

El texto del folleto es obra de Maj De Poorter del Grupo especialista de la UICN en especies invasoras, con la colaboración de C. y J. Darby MacKay.

El folleto ha sido producido por el Programa Marino Mundial de la UICN a través de proyectos apoyados por la Total Corporate Foundation.

Fotografías
Portada: Samuel E. Kahng; p 2: Stefan Nehring; p.3 izquierda: Jerker Tamelander/IUCN; derecha: Jim Wilke – Palau; p.4: Samuel E. Kahng; p.5: Dan Minchin; p.6: los dos fotos: Bella Galil ; p.7 Izquierda: Dan Minchin; Derecha: Steve Coles; p.8: IUCN Photo Library © Imène Meliane; p.9: Dan Minchin; p.10: Imène Meliane; p.11: David Luquet “Zoom on the invasives - IUCN-Fuji photo competition”; p.13: Jerker Tamelander/IUCN; p.14: Imène Meliane; p.15: IUCN/SCMRT-MPA Seychelles; p.16: IUCN Photo Library © Imène Meliane; p.17: IUCN Photo Library © Christian Laufenberg; p.18: Dan Minchin; p.19: Maria Degerlund; p.20: Audun Rikardsen, University of Tromsø, Norway; p.21: Samuel E. Kahng; p.22: arriba: Ron Offermans, abajo: Anna Occhipinti Ambrogi; p.23: CSIRO; p.24: Luigi Rignanese; p.25: David Luquet “Zoom on the invasives - IUCN-Fuji photo competition”; p.26: Soili Saesmaa; p.27: MIT Sea Grant College Program; p.28: IUCN Photo Library © Imène Meliane; p.29: Stefan Nehring; p.30: USGS; contraportada: Samuel E. Kahng

Diseño y diagramación
åtta design sàrl, Ginebra, Suiza

Amenaza marina – un resumen sobre la cuestión de las especies marinas invasoras

Más del 70% de la tierra está cubierta por océanos y mares mayores y hay más de 1,6 millones de kilómetros de costa. Nuestros hábitats marinos son biológicamente ricos y variados en extremo, desde las aguas costeras poco profundas hasta las fosas oceánicas. Las personas dependen de muchas maneras de los recursos proporcionados por los océanos y las costas para su supervivencia y bienestar. Para más de mil millones de personas los peces constituyen su principal fuente de proteína animal. Otros recursos marinos como los mariscos y las algas les proporcionan medios de vida mediante la cosecha sostenible, mientras que el turismo costero genera empleo e ingresos. Sólo en los Cayos de la Florida el turismo relacionado con los arrecifes genera más de US$1200 millones cada año.

Sin embargo, nuestro mundo marino está en peligro: la explotación excesiva de sus recursos, la destrucción del hábitat, la contaminación y el cambio climático están impulsando la pérdida de biodiversidad. Sin embargo, podría decirse que la peor amenaza es la de las especies marinas invasoras.

Los hábitats marinos están poblados por diferentes especies de animales, plantas y microorganismos que han evolucionado en aislamiento, separados por barreras naturales. Pero el ser humano ha superado estos obstáculos con los diferentes medios de transporte, como el marítimo, aéreo y otros. Como resultado de ello, las especies se están desplazando ahora hacia nuevas zonas mucho más allá de sus áreas de distribución natural.

Las especies que han sido trasladadas, intencionalmente o no, por la actividad humana, hacia zonas en las que no ocurren naturalmente se llaman “especies introducidas» o «especies exóticas». Muchas de ellas perecen en su nuevo entorno, pero algunas prosperan y empiezan a apoderarse de la biodiversidad nativa y a afectar los medios de vida de las personas –se las conoce como especies invasoras. Cuando una especie se establece en un nuevo entorno, es poco probable que sea sometida a los controles naturales que mantenían el equilibrio de sus poblaciones dentro de sus áreas de distribución natural. Sin ese control por parte de los depredadores, parásitos o enfermedades, estas especies tienden a aumentar rápidamente, hasta el punto en que pueden apoderarse de su nuevo entorno. Las especies marinas invasoras han tenido enormes repercusiones en la biodiversidad, los ecosistemas, la pesca y la maricultura (la cría y cultivo de organismos marinos para el consumo humano), la salud humana, el desarrollo industrial y la infraestructura. Las especies exóticas pueden ser transportadas de muchas maneras: en el agua de lastre de los buques o adheridas a los cascos, como “autoestopistas”, adhiriéndose a equipos de buceo o empaques, a manera de envíos de organismos vivos comercializados para proveer cebo vivo o alimentos gourmet, y como agentes patógenos transportados por otros organismos.

Océanos en movimiento

Por miles de años los organismos marinos han viajado de un lado para otro, tanto con las corrientes oceánicas como adheridos a madera flotante, y más tarde ayudados por los viajes de las personas al extranjero con fines migratorios o comerciales. Lo que sí es nuevo es la velocidad y el volumen del transporte de los organismos marinos. El rápido aumento en el comercio y el transporte significa que ahora somos capaces de movilizar en un solo mes a más organismos por todo el mundo (en el agua de lastre de los buques), que los que solíamos trasladar en un siglo. Se estima que 7000 especies son transportadas cada día por todo el mundo en el agua de lastre y 10 mil millones de toneladas de agua de lastre se transfieren cada año a nivel mundial.

Datos arqueológicos demuestran que después de que los vikingos descubrieron América del Norte, sus lanchas transportaban de regreso con ellos la almeja americana de forma ovalada (*Mya arenaria*), probablemente como alimento. La almeja está ahora extendida por todo el norte de Europa. Citando a James T. Carlton, un experto en especies marinas invasoras: «nosotros pusimos en movimiento al mundo biológico de los océanos hace mucho tiempo y continuamos haciéndolo hoy día».

Los buques proporcionan el medio de transporte perfecto para muchas especies, tanto marinas como terrestres. Los veleros utilizados por los exploradores en los siglos XV y XVI habrían estado llenos de “autoestopistas” marinos. El agua de sentina podría contener larvas planctónicas recogidas en Lisboa, Portugal, y transportadas a través del Atlántico hacia América del Norte. La madera del casco de los buques bajo la línea de flotación probablemente estaría llena de vida, desde algas y percebes hasta moluscos bivalvos y cangrejos (viviendo los cangrejos en los agujeros perforados en el casco por los bivalvos). Muchos de estos organismos no sobrevivirían el viaje, pero bastantes sí lo hicieron y fueron liberados en lugares nuevos. En cada nuevo puerto tendría lugar un intercambio de organismos, como resultado de lo cual los organismos nuevos colonizarían los buques y serían trasladados a sitios lejanos.

En el siglo XIX, el transporte marítimo trasatlántico aumentó dramáticamente y muchas especies fueron transportadas entre Europa y la costa este de América del Norte. El bígaro (*Littorina littorea*) fue transportado en las primeras décadas del siglo XIX y ahora está extendido desde Canadá hasta Nueva Jersey. Ha alterado profundamente la ecología de estas costas y ha desplazado al caracol del fango (*Nassarius obsoleta*) nativo de la zona. A su vez, el caracol del fango fue llevado por tierra a la costa del Pacífico de los EE. UU., donde desplazó al molusco autóctono de California (*Cerithidia californica*). También en los principios del siglo XIX, el cangrejo común (o cangrejo verde) europeo (*Carcinus maenus*) fue transportado a América atrincherado en los agujeros que los bivalvos hacen en los buques. Del mismo modo, el cangrejo del fango americano (*Rhithropanopeus harrisii*) se transportó a Europa a finales del siglo XIX. El cangrejo común, en particular, ha causado enormes daños ambientales (véase el estudio de caso en la p. 27).

Grandes y pequeños

Los organismos, desde el más pequeño hasta el más grande, pueden convertirse en invasores. Algas microscópicas japonesas se han encontrado recientemente en el Mar del Norte, mientras que cangrejos exóticos gigantes del Pacífico, de más de un metro de largo, deambulan frente a la costa noruega (véase los estudios de caso en la p. 19). En todo el mundo, peces, cangrejos, mejillones, almejas, medusas, corales, ascidias, algas marinas, pastos marinos o cañizo, así como agentes patógenos microscópicos perjudiciales para la salud son sólo algunas de las formas de vida que han causado estragos tras su introducción. Los impactos de las invasiones marinas son de gran alcance: las plantas de *Spartina anglica* pueden colonizar amplias zonas de marismas y estuarios, destruyendo colonias de mariscos (véase el estudio de caso en la p. 29); el alga caulerpa puede hacer lo mismo en el lecho marino; los cangrejos verdes europeos son depredadores voraces que se alimentan de la vida marina en el mundo entero, y enjambres de medusas venenosas están formando un «cinturón de medusas" frente a la costa de Israel. En muchas zonas, el cambio climático probablemente favorecerá a las especies introducidas, pudiendo, incluso, intensificar sus impactos.

Ni siquiera las áreas marinas protegidas están fuera de peligro. El aumento de visitantes a estas áreas significa que están en mayor riesgo de invasiones biológicas. Muchas áreas ecológicamente ricas han sufrido por las invasiones de especies marinas. El Mar de Wadden es el mayor tramo continuo de marismas en todo el mundo y el humedal más grande de Europa. En los últimos 100 años, ha sido invadido por muchas especies exóticas. Un caso similar se está repitiendo desde los mares del Báltico y el Ártico y el Atlántico Norte hasta el Mediterráneo, desde los arrecifes de coral tropicales hasta las costas meridionales de Tasmania en Australia. Hasta la Antártida ha sido presa de especies marinas exóticas.

Aunque el panorama puede parecer desolador, hay muchas maneras de luchar. Es mucho más difícil erradicar una especie exótica en el entorno marino que en tierra, pero no es imposible. Si la erradicación no fuera posible, se podría aplicar algún tipo de control, si bien tendría que ser permanente. En todos los casos, siempre es mejor prevenir la introducción. La prevención por medio de la gestión del agua de lastre está ganando terreno a nivel internacional y nuestra capacidad para evaluar los riesgos, predecir las invasiones y, por consiguiente, prevenirlas, está aumentando. La vigilancia y el monitoreo están mejorando, aumentando la probabilidad de que se pueda controlar un recién llegado antes de que se convierta en una nueva invasión de grandes proporciones. Las comunidades se están percatando de las amenazas de las invasiones marinas y están dispuestas a participar en los esfuerzos para mantenerlas a raya. Cada vez es más lo que podemos hacer, incluso como individuos, para hacer una diferencia significativa en la lucha contra las especies invasoras marinas.

Recuadro: ¿Sabía usted?

Se estima que 7000 especies son transportadas cada día por todo el mundo en el agua de lastre.

Datos arqueológicos demuestran que los vikingos llevaron de regreso con ellos una especie de almeja grande de América del Norte, probablemente como alimento.

El ctenóforo (*Mnemiopsis leidyi*) se introdujo al Mar Negro a través del agua de lastre de los buques en los primeros años de la década de 1980 y ya para 1994, la producción pesquera de anchoas en el área había desaparecido casi por completo (véase el estudio de caso en la p. 22).

El costo de lidiar con la introducción del mejillón cebra de agua dulce a los EE. UU. entre 1989 y 2000 se estima entre US$750 y US$1000 millones de dólares (véase el estudio de caso en la p. 18).

Una invasión del falso mejillón o mejillón de estuario (*Mytilopsis sallei*) en un puerto del Norte de Australia fue descubierta a tiempo para lograr erradicarla. La operación incluyó el uso de francotiradores para proteger a los buzos de los cocodrilos.

Impactos de las invasiones

Se calcula que hay 500 especies exóticas marinas en las aguas costeras de los EE. UU. Solamente en la Bahía de San Francisco se encuentran alrededor de 200. A nivel mundial el número es mucho mayor. ¿Por qué es esto importante? ¿Por qué debemos preocuparnos, cuando muchas de las especies exóticas introducidas intencionalmente nos proporcionan comida, recreación o empleos? La respuesta es que si bien muchas de las especies que se introducen en un nuevo entorno no causan daño, muchas otras repercuten negativamente en la ecología, la economía y la salud de las personas. Las algas marinas invasoras han asfixiado lechos marinos; los cangrejos invasores merodean en el fondo del mar comiéndose todo lo que encuentran a su paso; las medusas invasoras han provocado el colapso de pesquerías y gente ha muerto por agentes patógenos trasladados en el agua de lastre. A veces los impactos ocurren de manera rápida y dramática, pero la mayoría de las veces son indirectos y sutiles y pueden pasar desapercibidos por un tiempo.

Los impactos causados por las especies invasoras marinas incluyen:

Impactos ambientales

Pérdida de la biodiversidad nativa, debido a:

– depredación de especies nativas

– disminución del hábitat disponible para las especies nativas

– competencia adicional

– parásitos y enfermedades

– crecimiento excesivo y asfixia

– hibridación que causa dilución genética

Cambios en la función de los ecosistemas

Cambios en los ciclos de nutrientes

Disminución de la calidad del agua

Impactos a la salud y al bienestar de las personas

– Parásitos y enfermedades, a veces mortales

– Disminución de oportunidades para la recreación, por ejemplo, áreas resbaladizas por el crecimiento de algas, crecimiento excesivo de los acuíferos y asfixia de las playas

Impactos económicos

– Interferencia con los recursos biológicos que apoyan la pesca y la maricultura (por ejemplo, cuando colapsan las poblaciones de peces o mariscos, o cuando la maricultura es afectada por especies invasoras o agentes patógenos)

– Interferencia con la pesquería (por ejemplo, ensuciamiento o desgarre de las redes)

– Trastornos al turismo

– Daños a la infraestructura (por ensuciamiento de tuberías, muelles, boyas, etc.)

– Costos de limpieza o de control

– Costos de tratamiento o cuarentena

Impactos culturales

– Competencia con las especies nativas cosechadas para la subsistencia

– Degradación de hábitats de importancia cultural y de recursos tales como vías fluviales

Ejemplos de los daños causados por los invasores marinos

La medusa del Mar Rojo (*Rhopilema nomadica*) entró al Mediterráneo a través del Canal de Suez. Cada verano, enjambres enormes aparecen a lo largo de las costas del Mediterráneo Oriental. En ciertos momentos hay 25 medusas por metro cuadrado formando un «cinturón de medusas» a aproximadamente 1 km de la costa. Esto está repercutiendo de manera significativa en la pesca y en la infraestructura costera. La pesca costera se interrumpe mientras dura el enjambre debido a la obstrucción de las redes y la imposibilidad de clasificar la pesca. En las dos plantas de energía más grandes de Israel se tienen que remover toneladas de medusas de las entradas de agua de mar, con un costo estimado de US$50.000 por año. El turismo costero y las industrias pesqueras se ven afectadas en Israel, Egipto, Líbano, Turquía y Chipre.

El mejillón cebra (*Dreissna polymorpha*), nativo de Europa, es una especie de mejillón de agua dulce que se ha convertido en un invasor prolífico en el extranjero. Se ha propagado rápidamente por las vías fluviales de América del Norte, después de haber "viajado" a los EE. UU. en agua de lastre. Los mejillones cebra se incrustan en cualquier estructura sólida en el agua y obstruyen las tuberías de agua. Se estima que el costo de controlar esta especie en América del Norte en los últimos 10 años ronda los mil millones de dólares. El mejillón exótico está afectando los ecosistemas nativos, asfixiando a los mejillones nativos, cuyas poblaciones podrían disminuir drásticamente en pocos años (véase el estudio de caso en la p. 18).

Una de las peores invasiones marinas ocurrió a principios de la década de 1980, cuando el ctenóforo americano o medusa en peine (*Iediyi is misspelt*) fue introducido al Mar Negro y al Mar de Azov. La especie llegó en agua de lastre y rápidamente tomó fuerza en las aguas del Mar Negro, ricas en alimentos y libres de depredadores, al punto que se estima que en 1989 hubo mil millones de toneladas de esta especie exótica. La medusa comía grandes cantidades de huevos y larvas de peces, así como el zooplancton del cual se alimentan los peces de importancia comercial, lo que desembocó en el colapso de las

poblaciones de peces en el Mar Negro. En 1994, la pesca de anchoas había desaparecido casi por completo. El ctenóforo exótico ha alterado completamente la red alimenticia en el Mar Negro (véase el estudio de caso en la p. 21-22).

Las "mareas rojas" están ocasionando daños al medio ambiente, a la economía y a la salud de las personas. Se producen cuando florecen las algas microscópicas conocidas como dinoflagelados que producen toxinas potentes. Las toxinas se acumulan en los organismos que filtran sus alimentos, como las

ostras, vieiras o mejillones, y pueden envenenar a quienes los consumen. Los efectos sobre otros animales nativos que se alimentan de mariscos son en su mayoría desconocidos, pero un estudio reportó el envenenamiento mortal por toxinas de 14 ballenas jorobadas en un período de cinco semanas. La toxina producida por el alga *Gymnodinium catenatum*, por ejemplo, puede causar envenenamiento por toxinas paralizantes (PSP) que, en casos extremos, causa parálisis muscular, dificultades respiratorias e incluso la muerte. La propagación de esta alga ha conducido al cierre de criaderos de mariscos y a prohibir la recolección de mariscos silvestres durante la época de floración de las algas. Los dinoflagelados pueden propagarse accidentalmente en los equipos usados para la acuicultura y la pesca, tales como las jaulas para ostras o en sogas de mejillones y también han sido transportados a través de largas distancias en el agua de lastre.

Las especies exóticas también pueden causar daños ambientales cuando se "escapan" de recintos como acuarios, parques zoológicos o criaderos de peces. Áreas extensas del lecho marino en el norte del Mediterráneo están ahora alfombradas por caulerpa (*Caulerpa taxifolia*), un alga invasora que desplaza la vida marina nativa, perturba los ecosistemas y los medios de vida de los pescadores. El pez salema del Mediterráneo (*Sarpa salpa*) come caulerpa, pero acumula las toxinas de la planta en su carne, lo que lo hace no comestible. Se cree que la caulerpa entró al Mediterráneo accidentalmente a través del Acuario de Mónaco, en donde se utilizaba en los tanques de peces (véase el estudio de caso en la p. 25).

Muchas especies marinas incluyendo las ostras (véase el estudio de caso en la p. 28) y los peces se han convertido en invasores a través de su introducción intencional a una zona como fuente de alimento o para controlar la erosión, con poco conocimiento de los efectos devastadores que tendrían. Por ejemplo, la especie de agua dulce, tilapia, ha sido introducida en muchos países. Originalmente nativa de África y el Medio Oriente, ha sido llevada a los EE. UU. y Asia para la acuicultura, para proporcionar alimento, e incluso a veces como parte de los esfuerzos internacionales de asistencia al desarrollo. No se previó que escaparían y establecerían poblaciones silvestres, destruirían los hábitats nativos, los peces nativos y otras especies. Y definitivamente no se previó que serían capaces de tolerar el agua salada en la medida en que lo hacen. La tilapia ahora se está extendiendo de una cuenca fluvial a otra, colonizando a través del mar (véase el estudio de caso en la p. 30).

A principios de la década de 1900, se hicieron numerosos intentos para introducir en la costa oeste de los EE. UU. el salmón del Atlántico, que es nativo de Europa y partes de la costa este de América del Norte. Se liberaron huevos o peces jóvenes para tratar de establecer poblaciones auto sostenibles, pero los intentos fracasaron. Sin embargo, a fines de 1980, se establecieron granjas de salmón en Columbia Británica y en el Estado de Washington, donde el salmón del Atlántico, introducido del este de Canadá, es criado con éxito en jaulas salmoneras de agua salada. Decenas de miles de estos salmones exóticos se encuentran habitualmente en el Océano Pacífico del Norte, ya sea como fugitivos, o debido a la liberación intencional de peces pequeños (véase también el estudio de caso en la p. 20).

Si bien la experiencia de la década de 1900 llevó a muchos a creer que tal liberación no sería un problema, los estudios demuestran que el salmón puede desovar con éxito en el medio silvestre y que los salmones del Atlántico jóvenes compiten contra los jóvenes nativos del Pacífico. La diferencia puede radicar en el hecho de que los fugitivos son adultos, o que el salmón del Atlántico ha tenido tiempo para adaptarse mejor a las condiciones locales en las granjas de peces. El Departamento de Caza y Pesca de Alaska ya considera al salmón del Atlántico silvestre una amenaza seria para las especies nativas de salmón del Pacífico. Este ejemplo y muchos otros demuestran por qué es necesario tratar con cautela las introducciones intencionales. También sirve como un recordatorio de que «exótico» y «nativo» se refieren a las fronteras ecológicas, no a un país, estado u otras fronteras políticas. Una especie puede ser nativa en una parte del país y exótica, e incluso invasora, en otra.

Colapso por invasión

Es difícil predecir cuáles especies se convertirán en invasoras. A veces una especie puede estar presente por un considerable período de tiempo en bajas cantidades, haciendo que los humanos que las observan se confíen demasiado, hasta que las condiciones cambian y se vuelven propicias para el crecimiento de las poblaciones. Un ejemplo es el cangrejo de Shanghai (*Eriocheir sinensis*), que estuvo presente frente a las costas del Reino Unido por alrededor de 60 años sin dar señales perceptibles de ser un invasor. Entonces, en la década de 1990, una serie de veranos muy secos redujo la corriente de los ríos en el sur del país permitiendo que los cangrejos se pudieran establecer, reproducir y aumentar sus cifras poblacionales. Los cangrejos viajan grandes distancias río arriba, alimentándose de especies nativas. También excavan cuevas en las riberas de los arroyos y ríos haciendo colapsar sus riberas. Los zoólogos británicos temen que el cangrejo de Shanghai podría alimentarse de y dejar fuera de competencia las especies nativas de agua dulce vulnerables y que los cangrejos de río nativos (que ya están disminuyendo) podrían verse afectados.

Otro ejemplo es la almeja exótica amatista (*Gemma gemma*), que fue introducida de la costa este de EE. UU. a la costa oeste gracias al comercio de ostras a finales del siglo XIX. La almeja amatista y dos especies de almejas nativas (*Nutricola tantilla* y *Nutricola confusa*) coexistieron en Puerto Bodega hasta que la llegada de una nueva especie exótica alteró el equilibrio. El cangrejo común europeo, o cangrejo verde (*Carcinus maenus*) fue introducido en la Bahía de San Francisco en 1989 y llegó a Puerto Bodega en 1994. Estos cangrejos exóticos se comen selectivamente las almejas nativas porque son más grandes que las almejas amatista, reduciendo la población nativa de almejas y permitiendo que la almeja exótica se expandiera (ver estudio de caso en la p. 27). A esto se añade la complicación adicional del ciclo de vida de las almejas nativas. A medida que las almejas nativas crecen cambian de sexo masculino al femenino. Al comerse las almejas más grandes, los cangrejos sacan a las hembras reproductoras del sistema y aceleran la disminución de las almejas nativas. Este es un ejemplo perfecto de «colapso por invasión", donde dos especies introducidas interactúan para causar la disminución de especies nativas.

Culpable hasta comprobar su inocencia

No todas las especies exóticas se vuelven invasoras. La cuestión es predecir cuáles lo harán. Incluso las especies que al principio pueden parecer «inofensivas» se pueden convertir en invasoras si se da un cambio idóneo en las condiciones locales. Esto podría incluir la introducción de otra especie exótica, cambios en el medio ambiente u otros factores que le den una ventaja biológica. Debido a que estos cambios pueden ocurrir ya sea después de mucho tiempo o súbitamente, cualquier nueva introducción al entorno local debe ser objeto de estrecha vigilancia. Considerando la devastación causada por las especies exóticas que sí se vuelven invasoras, es necesario tratar con cautela a *todas* las especies exóticas –cualquier especie exótica debe ser considerada «culpable hasta comprobar su inocencia».

rutas y vectores –¿cómo se introducen las especies marinas?

Las *introducciones involuntarias* son aquellas en las cuales las especies entran a nuevas áreas como «autoestopistas» o «polizones» a través del comercio, los viajes y el transporte. Constituyen las principales causas de introducción a larga distancia, por causas relacionadas con el transporte marítimo:

– La transferencia de agua de lastre, principalmente asociada a los grandes buques y
– El ensuciamiento de los cascos, asociado con buques, yates y embarcaciones pequeñas

Las introducciones involuntarias, incluyendo a distancias más cortas, pueden también estar asociadas con muchas otras actividades. Pueden ocurrir como consecuencia de introducciones intencionales. A manera de ejemplo puede mencionarse:

– Ensuciamiento de boyas
– Transporte en equipo de pesca o buceo
– Transporte en embarcaciones de recreo u otros botes pequeños
– Agentes patógenos exóticos en los mariscos y otras introducciones en la acuicultura

Las especies pueden convertirse en invasoras desplazándose de forma natural, como nadando o flotando, donde los humanos han creado conexiones artificiales entre zonas que anteriormente estaban separadas, tales como:

– Canales
– Proyectos de trasvase de agua

Las introducciones intencionales son aquellas en las que la transferencia de los organismos fue planeada. Algunas especies exóticas son introducidas para su liberación al medio natural, como por ejemplo:

– Especies de peces liberadas para aumentar la pesca local
– Plantas introducidas para controlar marismas o dunas

Muchas especies exóticas son introducidas con algún tipo de contención, o para algún uso sin intención de liberarlas al medio silvestre. Pero muy a menudo estas especies «escapan» o alguien las desecha al medio ambiente. Esta categoría incluye:

– Maricultura (cría de ostras, salmón, etc. (véase estudios de caso en la p. 20-28))
– Uso en acuarios
– Comercio de mariscos vivos
– Comercio de cebo vivo para la pesca
– Algas utilizadas en empaque (por ejemplo, de cebo)

Introducciones involuntarias

En el siglo XIX, el transporte marítimo cambió. Los buques de casco de acero sustituyeron los cascos de madera y los motores sustituyeron a las velas. Uno de los cambios más grandes y más importantes fue pasar de lastre sólido a la utilización de agua. Lastre es cualquier material utilizado en un barco para estabilizarlo. Un buque de carga vacío puede contener una gran cantidad de lastre, que se bota una vez cargado el buque. El lastre sólido fue una vía principal para muchas especies terrestres invasoras; el cambio al agua de lastre resultó desastroso para el mundo marino. Los tanques en el interior del casco del buque se llenan con agua para hacerlo más pesado. Esta agua podría luego ser vertida en el próximo puerto de escala, liberando con ella cualquier organismo que haya sobrevivido la travesía. Dependiendo de las condiciones, se puede cargar más agua en diferentes áreas, por lo que el agua en cualquiera de los tanques de lastre de un buque puede proceder de varias fuentes. El agua de lastre puede contener una variedad enorme de organismos, desde plancton microscópico hasta peces de 12 cm de largo. Los tanques a menudo tienen una capa de sedimento en la base que es colonizada por aún más organismos, al igual que las paredes. Las condiciones dentro de los tanques de lastre no son ideales para muchas especies, pero suficientes de ellas son capaces de sobrevivir para ocasionar problemas. Hoy en día, en una muestra de agua de lastre se puede encontrar una variedad increíble de vida y cientos de seres vivos, desde bacterias de cólera (ver estudio de caso en la p. 29) y botulismo, hasta plancton, invertebrados y peces. La transferencia de agua de lastre se considera en la actualidad como la causa principal de las introducciones.

Muchas especies se adhieren a la parte inferior de un barco –el casco– y son transportadas a largas distancias. En algunas regiones del mundo, como el Pacífico Sur o las islas del Océano Índico, el ensuciamiento del casco podría ser un vector más importante que el agua de lastre. Las pinturas que contienen tributilestaño fueron utilizadas como pintura antiensuciamiento, pero ahora se están eliminando gradualmente en muchos países por razones ambientales. Por la falta de agentes antiensuciamiento que sean tan eficaces, es probable que el ensuciamiento de los buques aumente y que más especies sean transportadas de esta manera en el futuro. Los organismos no sólo se adhieren al casco, sino también a las hélices y sus ejes, y a las anclas y sus cadenas. El ensuciamiento tampoco afecta sólo a los buques –las plataformas de perforación y los muelles secos flotantes pueden ser igualmente afectados. Incluso los vehículos anfibios o hidroaviones pueden transportar especies.

El transporte dentro de un mismo país también puede causar problemas. Muchos organismos marinos, en particular las plantas, pueden tolerar períodos de desecación y permanecer latentes hasta que las condiciones mejoren. El traslado de un barco pequeño, aparejo de pesca, o equipo de buceo de una isla a otra, o de una zona costera a otra sin limpiarlo, puede ser responsable de propagar aún más a una especie ya invasora. Esto también puede ocurrir al mover un pontón del puerto de una bahía a la siguiente sin primero rasparlo o limpiarlo.

Las actividades humanas han dejado grandes cantidades de desechos flotantes moviéndose en la superficie del océano. Los organismos siempre se han adherido a pedazos de escombros, como madera flotante o cocos, pero la cantidad de desechos está aumentando y flota por más tiempo. El plástico ofrece una excelente superficie para que los organismos se adhieran y puede permanecer a flote durante años.

En 1869 se completó la construcción del Canal de Suez. Por primera vez en 20 millones de años el Mar Mediterráneo fue conectado al Mar Rojo, permitiendo que buques viajaran al Oriente Medio y más allá, sin tener que navegar por el Cuerno de África. Pero las especies marinas también encontraron una ruta nueva. Dadas las condiciones generales en el canal, más especies viajan del Mar Rojo al Mediterráneo que en dirección opuesta. Cerca de 300 especies oriundas del Mar Rojo y el Indo Pacífico se han establecido y han invadido de este modo, causando un gran impacto en la vida marina en el Mediterráneo. La medusa responsable del “cinturón de medusas” frente a la costa de Israel es una de ellas.

Las introducciones intencionales

Peces y mariscos han sido introducidos intencionalmente por todo el mundo para la maricultura, el suministro de alimentos y la generación de empleo. Hay dos importantes peligros asociados con esto. Las especies que son trasladadas pueden escapar y convertirse en una amenaza para las especies nativas, la función de los ecosistemas o los medios de vida. Los agentes patógenos o parásitos que pueden estar asociados con la población que se traslada pueden infectar tanto a las especies nativas como a las comerciales, o incluso ser un riesgo para la salud humana. La tilapia (ver estudio de caso en la p. 30) y el salmón del Atlántico (véase el estudio de caso en la p. 20) son dos ejemplos del primer peligro. Estas especies han sido transportadas a granjas de peces por todo el mundo y se han escapado y aclimatado en muchas áreas, causando daños a las especies nativas y sus hábitats. La lista de especies invasoras introducidas accidentalmente por la maricultura es larga. Muchas están asociadas con el traslado de ostras, como la ascidia plisada (*Styela clava*), que representa una gran amenaza para la industria de la acuicultura de mariscos en Nueva Zelanda. La especie probablemente fue introducida con importaciones de ostras del Pacífico oriundas de Asia. Se estima que el 30% de las especies de algas marinas introducidas en todo el mundo se trasladaron accidentalmente en asociación con la maricultura.

La pesca recreativa también es culpable de la propagación de muchas especies invasoras en los EE. UU. Los gusanos provenientes de Maine en la costa este son muy populares como cebo para pesca en todo el país y en el extranjero. Por lo general son empacados en algas que contienen muchos otros organismos. Si las algas se desechan, tanto la planta como los organismos que crecen en ella pueden colonizar nuevas zonas. El caracol *Littorina saxatillis*, las algas *Codium fragile spp tomentosoides* y el cangrejo común (*maenas is misspellt maenus*) se han propagado de esta manera desde la costa este hasta la costa oeste de los EE. UU. El cangrejo verde ya se está extendiendo más arriba de la costa oeste con las corrientes marinas (véase el estudio de caso en la p. 27).

El comercio de especies exóticas para acuarios también puede dar lugar a invasiones marinas: muchas personas en todo el mundo mantienen peces exóticos, plantas marinas, invertebrados o corales en acuarios. En la mayoría de los casos estos organismos no serían capaz de sobrevivir afuera

"en el medio silvestre", pero algunos lo hacen. Uno de los invasores marinos más infames, la cepa de algas tropicales tolerantes al frío (*Caulerpa taxifolia*) ahora cubre grandes zonas del mar Mediterráneo, después de escaparse del Museo Oceanográfico de Mónaco (véase el estudio de caso en la p. 25). Los buzos alrededor de la Florida están expuestos a un peligro nuevo –el hermoso pero venenoso pez león (*Pterois volitans*). Se dieron cuenta de la presencia de esta especie después de un huracán en 1994; probablemente se había escapado de un acuario destruido por el huracán.

La velocidad a la cual se están introduciendo los organismos marinos en todo el mundo está acelerándose rápidamente, debido al aumento del volumen del comercio y el transporte marítimo, así como a la conectividad creciente de los puertos. No es de extrañar, pues, que ahora somos capaces de trasladar más organismos marinos por todo el mundo en un mes que lo que solíamos hacer en todo un siglo.

Contraatacando – ¿qué se puede hacer?

Debido a la magnitud del problema, las especies invasoras marinas deberían ser combatidas tanto a nivel internacional y regional, como a nivel nacional y local. La gestión de las especies invasoras en el entorno marino es mucho más compleja que en la tierra. Uno de los problemas es la continuidad del entorno marino –es casi imposible cerrar un área. Cualquier tratamiento aplicado a un área, como por ejemplo un veneno, es probable que se extienda más allá de la zona objetivo. La reinvasión del área también se facilita. El trabajo bajo el agua añade un grado adicional de complejidad. Aunque ha habido algunos casos exitosos de erradicación de especies marinas invasoras, es evidente que es mucho más rentable prevenir una invasión que tratar de erradicar las especies una vez establecidas.

Opciones para la gestión de especies invasoras

La prevención de las invasiones marinas es, sin lugar a dudas, la mejor opción.

- Ninguna introducción intencional de una especie exótica (por ejemplo, para la maricultura, cebo, etc.) debe tener lugar a menos que la introducción haya sido autorizada y la decisión en torno a la autorización se base en una evaluación previa del riesgo de invasión (incluyendo la posibilidad de escape).
- Las introducciones involuntarias de cualquier especie exótica deben reducirse al mínimo. Esto significa que los vectores y las rutas (como la transferencia de agua de lastre, ensuciamiento del casco, etc.) deben identificarse, evaluarse y enfrentarse (por ejemplo, por medio de intercambio de agua de lastre, tratamientos, etc.)
- Debe establecerse medidas para la detección temprana y respuesta rápida, a fin de poder erradicar una nueva incursión antes de que se extienda. También son importantes los estudios de línea de base, la vigilancia, el monitoreo y la planificación de contingencia.
- La participación y concientización comunitaria son fundamentales para la prevención.

Prevención de introducciones involuntarias

La mayoría del comercio mundial se moviliza por barco, incluyendo actualmente unos 35.000 buques. Con tantas introducciones ocurriendo involuntariamente a través de las aguas de lastre y el ensuciamiento de los cascos, es primordial enfrentar ambos vectores.

Entre los instrumentos internacionales se incluye el Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y sedimentos de buques, desarrollado por la Organización Marítima Internacional (OMI). En él se esbozan los procedimientos para minimizar la introducción de especies exóticas por la descarga del agua de lastre, protegiendo a la vez la seguridad de los buques, y proporcionando un régimen uniforme y estandarizado para la gestión del agua de lastre.

Los procedimientos recomendados implican la transferencia del agua de lastre en mar abierto antes de que el buque llegue a su destino. Los organismos recogidos con el agua de lastre en un puerto probablemente estarán adaptados a condiciones de estuario o río, por lo que no serán capaces de sobrevivir en mar abierto si se liberan allí. La embarcación recarga luego sus tanques de lastre con agua de mar abierto y los organismos recogidos allí no deberían poder sobrevivir en los puertos. Lamentablemente, no siempre es posible que los buques utilicen este método debido a problemas de seguridad, por ejemplo, cuando el mar está agitado. Además, al vaciar el agua no se elimina la capa de sedimentos del fondo o de las paredes de los tanques donde tantos organismos sobreviven pese a la transferencia del agua de lastre. Entonces, aunque la transferencia de agua puede contribuir de manera significativa a la prevención de las invasiones marinas, no podemos confiar en ella como la única medida. Se está haciendo investigaciones sobre métodos para destruir organismos marinos en las aguas de lastre, incluyendo mediante la esterilización, el ozono o el calor. Otra opción es la introducción de plantas de tratamiento en los puertos, que toman el agua de lastre de los buques y la esterilizan antes de verterla o regresarla a otro buque.

En la actualidad, no existe legislación internacional relacionada con el ensuciamiento de los cascos, pero la preocupación por su importancia como un vector está creciendo. Las pinturas antiensuciamiento protegen los cascos de los buques contra la colonización, generalmente porque contienen sustancias químicas que impiden que se establezcan las plantas y animales marinos en las etapas juveniles. Aunque las pinturas de tributilestaño se están eliminando gradualmente, hay varias alternativas que no contienen TBT. Su uso es bastante específico, ya que el tamaño de la embarcación y su propósito determinan el tipo de producto antiensuciamiento utilizado. Se puede llevar a cabo una inspección para detectar ensuciamiento y, donde sea necesario, se pueden eliminar los organismos de los cascos. Es importante que el material ensuciante no caiga en la columna de agua durante la limpieza. Toda la suciedad removida de los cascos debe eliminarse, ya sea mediante incineración o entierro y no debe ser vertida en el agua.

Esto no sólo se aplica a buques procedentes de puertos extranjeros. Las pequeñas embarcaciones de recreo que llegan de puertos nacionales donde las especies marinas invasoras se han establecido, también presentan un riesgo elevado. El traslado de equipo como jaulas para ostras, boyas o líneas de pesca que han estado en el agua el tiempo suficiente para contaminarse, también puede conducir a la introducción o propagación de especies marinas invasoras. Debe haber suficiente conocimiento de los riesgos a nivel local para que cada quien sepa qué medidas tomar.

También es técnicamente posible prevenir que las especies viajen a través de canales. Las opciones de gestión en el Canal de Suez, por ejemplo, podrían incluir la inserción de una fuerte barrera salina, o un sistema de esclusas donde el agua es tratada química o biológicamente para aniquilar cualquier organismo presente.

Prevenir las invasiones cuando una especie se introduce intencionalmente

Algunos instrumentos internacionales abordan la cuestión de las invasiones que se producen tras la introducción intencional de una especie, como por ejemplo, para la acuicultura, el comercio de acuarios, o la pesca deportiva. Estos incluyen el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Código de Conducta para la Pesca Responsable de la Organización para la Agricultura y la Alimentación, que disuade el uso de las especies exóticas invasoras en la acuicultura (incluida la maricultura) y exhorta a evaluaciones puntuales de los riesgos del uso de especies exóticas. El Código de Prácticas para la Introducción y la Transferencia de Organismos Marinos del Consejo Internacional para la Exploración del Mar es uno de los instrumentos más completos para asistir en el uso responsable de especies introducidas, pero su aplicación no es vinculante.

Detección temprana, respuesta rápida

Una vez que una especie se ha introducido a un área, es importante localizarla y tomar medidas rápidamente antes de que tenga la oportunidad de establecerse y propagarse. Esto puede ser un reto, dada la naturaleza abierta del entorno marino. Pero si se encuentra un invasor mientras aún está en una zona relativamente pequeña y contenible, puede ser erradicado si se actúa con prontitud. De ahí la importancia de los estudios. Pueden ser específicos a un lugar, por ejemplo, circunscribiéndose a puertos en los que una especie exótica puede ser introducida, o a zonas de valor especial que exigen máxima protección; pueden ser específicos a una especie (dirigidos a las especies que plantean los riesgos más altos), o más general. Los estudios pueden ser llevados a cabo por redes comunitarias u organizaciones que tienen la responsabilidad específica de detectar especies invasoras, a menudo enfocándose en objetivos de alta prioridad, lugares de alto riesgo, o recursos de alto valor. También pueden ser realizados por organizaciones o individuos que pueden detectar las invasiones mientras llevan a cabo otras actividades. Empleados en las industrias que están en alto riesgo de ser afectadas, o personas interesadas en el hábitat marino para la recreación u otras razones, pueden formar redes de gran utilidad en la lucha contra las invasiones. Los miembros de una comunidad a menudo conocen muy bien su localidad y probablemente notan cualquier cambio.

También son útiles los estudios de línea de base que identifican y registran la vida marina actual en un lugar determinado, incluyendo las especies exóticas que ya se han establecido. Pueden llevarse a cabo en todos los puertos y marinas donde las invasiones tienen más probabilidad de producirse. El monitoreo es necesario para detectar a un recién llegado.

Concientización y educación

Además de alentar al público a buscar nuevas especies, los programas de educación y concientización también deben utilizarse para maximizar la participación comunitaria. Alentar a los pescadores a que al final del día lleven a casa el cebo que les sobra, junto con su empaque, o a que limpien sus barcos antes de pasarlos a otro tramo de costa, les ayudará a hacer su parte para prevenir la introducción o propagación de especies invasoras. Los cascos de los yates de recreo que viajan largas distancias deben limpiarse con regularidad y en muelle seco. Alentar a la gente a que deseche en forma responsable el contenido de su acuario podría evitar que algas o especies de peces se establezcan en nuevas áreas. La mayoría de las personas acoge las peticiones de este tipo, por cuanto no desean dañar el medio ambiente deliberadamente. La educación escolar también es importante. Como parte de una campaña educativa en Hawai acerca de los peligros de las especies introducidas, un equipo desarrolló tarjetas de colores para intercambiar en las que se representaban las especies nativas "buenas" y las especies invasoras "malas". Las tarjetas se distribuyeron en las escuelas para educar a los niños acerca de los peligros de las especies introducidas y para alentarlos a mantenerse alertas a la presencia de estas especies cuando les fuera posible.

Erradicación y control

Es sumamente difícil controlar un organismo marino una vez establecido. Hasta la fecha sólo ha habido una erradicación exitosa de un organismo marino; la erradicación del mejillón falso de una marina en Australia. Se utilizaron productos químicos para aniquilar todo en la marina, incluyendo toda la vida marina nativa. La operación consistió en el tratamiento químico de tres puertos deportivos y 420 embarcaciones, con la participación de 270 personas (incluyendo francotiradores para proteger a los buzos de los cocodrilos), durante cuatro semanas a un costo total de 2,2 millones de dólares australianos.

Se han utilizado diversos métodos para reducir el número de especies marinas invasoras en poblaciones ya establecidas, pero si bien puede haber cierto grado de éxito en la reducción de las poblaciones, estas actividades tendrán que mantenerse indefinidamente con el consiguiente costo. El puerto de Hobart en Tasmania, Australia, ha sido invadido por la estrella de mar japonesa (*Asterias amurensis*, véase el estudio de caso en la p. 23-24). Se han hecho intentos para controlarla usando sustancias químicas y extracción manual, pero hasta ahora esto no ha tenido mayor impacto en su población (véase el estudio de caso en p. 25).

En la Bahía de San Francisco en California, se ha puesto a trabajar a "crabzilla" –un aparato móvil de 2,5 m de ancho y 6 m de altura, que recoge cangrejos de Shanghai en una rueda giratoria gigante que permite que los peces se deslicen a través de aberturas en una malla. Los peces son devueltos a la Bahía y los cangrejos son molidos para hacer abono. En la Bahía de Kaneohe de Hawai una «super-aspiradora» ha sido desplegada desde una barcaza para eliminar el alga exótica invasora (*Gracilaria salicornia*) que forma una gruesa alfombra que asfixia y aniquila el coral. En muchos países se está investigando métodos de control biológico, pero además de ser muy complejo, este enfoque está plagado de dificultades, incluyendo el riesgo de que un agente de control se escape y afecte a especies que no son su objetivo.

Usted puede ayudar

No es exageración: La prevención debe ser la máxima prioridad. Debe intensificarse los esfuerzos para reducir y prevenir la introducción de nuevas especies al entorno marino. Se debe abordar todos los medios de introducción incluyendo la introducción intencional. Se necesita un sistema de detección temprana y respuesta rápida. Se debe abordar las especies marinas invasoras a todo nivel, desde convenios internacionales hasta acuerdos regionales, planificación nacional y a nivel local, estimulando y empoderando a las comunidades para participar. Todos los aspectos de la gestión deben basarse en el principio de la precaución. Esto significa que cualquier especie exótica debe ser considerada como un posible riesgo.

Lo que usted puede hacer

- Averigüe más acerca de las especies marinas invasoras y la forma en que pueden afectar a su localidad.
- Manténgase alerta y notifique a las autoridades o científicos relevantes, si usted nota un animal o planta inusual.
- Si pesca, bucea o navega: revise su equipo y su embarcación, y límpielos si es necesario, para evitar el transporte de organismos indeseados.
- No descarte el cebo sin usar o las algas que se utilizan como envoltorio, en lugares donde podrían transportarse a las vías fluviales locales o al mar.
- No vacíe acuarios, o el contenido de los estanques o acuarios decorativos, en cursos de agua naturales (y recuerde que muchos desagües en las zonas urbanas pueden llevar los organismos a los ríos o al mar).
- Aliente a su familia y amigos a participar; aumente la conciencia.
- Apoye los esfuerzos de monitoreo en su área local.
- Aliente a los responsables de la toma de decisiones a dar importancia a las especies marinas invasoras.

Información sobre especies marinas invasoras en Internet

El Grupo especialista de la UICN en especies invasoras (ISSG) de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE)

El ISSG tiene como objetivo la reducción de las amenazas a los ecosistemas naturales y las especies nativas que contienen, incrementando el conocimiento sobre las especies exóticas invasoras y las maneras de prevenirlas, controlarlas o erradicarlas. El ISSG también produce el boletín informativo «Alien», y mantiene una lista en el servidor.

http://www.issg.org

El ISSG administra la Base de Datos Mundial sobre Especies Invasoras, que tiene por objeto aumentar la conciencia sobre las especies exóticas invasoras y facilitar la prevención eficaz y la gestión de actividades.

http://www.issg.org/database

El Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP)

GISP es una asociación internacional cuyo objetivo es conservar la biodiversidad y sostener los medios de vida minimizando la propagación y el impacto de las especies invasoras. GISP presta apoyo para la implementación del artículo 8(h) del Convenio sobre la Diversidad Biológica y ha contribuido ampliamente al conocimiento y la concientización sobre especies invasoras a través del desarrollo de una gama de productos y publicaciones.

http://www.gisp.org

Nódulo de información sobre especies invasoras del Mecanismo nacional de intercambio de información sobre la diversidad biológica

El nódulo de información sobre especies invasoras facilita enlaces a fuentes de datos de especies invasoras, incluyendo un catálogo de los sistemas de información, bases de datos y conjuntos de datos sobre especies exóticas invasoras.

http://invasivespecies.nbii.gov/dbases.html

GloBallast Partnerships

El Proyecto GBP (Creando asociaciones para ayudar a los países en desarrollo a reducir la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales en el agua de lastre de buques) ayuda a los países y regiones en desarrollo a aplicar mecanismos sostenibles, basados en riesgos para la gestión y el control del agua de lastre y los sedimentos, a fin de reducir al mínimo los efectos adversos de las especies acuáticas invasoras transferidas por los buques.

http://globallast.imo.org/

Programa Marino Mundial de la UICN

El Programa Marino Mundial de la UICN se centra en ocho amplios temas, uno de los cuales es la gestión de las especies marinas exóticas invasoras. Las actividades incluyen proyectos de campo sobre la detección y la gestión de las especies marinas exóticas invasoras, la creación de capacidades y el aumento de la concientización, así como la promoción de políticas para fortalecer las regulaciones internacionales para la gestión de las introducciones de especies marinas.

http://www.iucn.org/marine

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

El Convenio sobre la Diversidad Biológica establece compromisos para el mantenimiento de la diversidad biológica del mundo. El Convenio establece tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. De conformidad con el artículo 8h del Convenio las partes impedirán que se introduzcan, controlarán o erradicarán las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies; y varios planes de trabajo en el marco del CDB se refieren específicamente a las especies invasoras".

http://www.biodiv.org

Estudios de caso

El mejillón cebra catástrofe de miles de millones de dólares

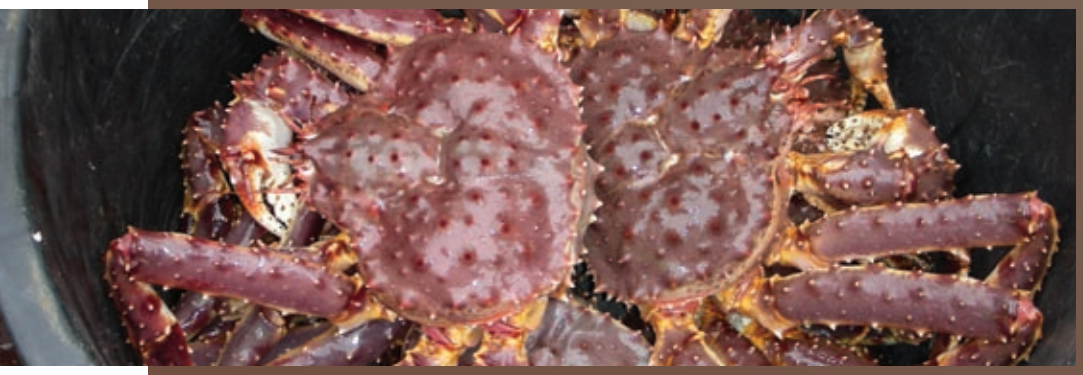
El mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) es nativo del Mar Caspio, el Mar Negro y el Mar de Azov. Es una especie de agua dulce, pero se incluye aquí ya que es un ejemplo gráfico de los daños que puede ocasionar una especie invasora. Llevado a América del Norte en agua de lastre, es ahora uno de los ejemplos más infames de la invasión biológica. La especie se encuentra actualmente establecida en el Reino Unido, Europa Occidental, Canadá y los EE. UU. En los EE. UU. el mejillón se ha propagado a través de todas las grandes cuencas fluviales al este de las Montañas Rocosas. Se multiplica rápidamente –una hembra puede producir varios millones de huevos al año– y pueden cubrir cualquier superficie, incluso unos sobre otros. El mejillón compite contra el zooplancton por el alimento e interfiere con los moluscos nativos, a menudo asfixiándolos o matándolos de inanición.

Los efectos devastadores del mejillón cebra están claramente demostrados en los Grandes Lagos americanos, donde se introdujo involuntariamente a mediados de la década de 1980. Ha asfixiado los ecosistemas naturales y ha alterado las condiciones del agua, afectando gravemente la industria pesquera. También ha abierto el camino para la invasión a gran escala por parte de otras especies exóticas, lo que lleva a una situación conocida como "colapso por invasión". El mejillón causa grandes daños a la infraestructura. Entre 1989 y 2000, el daño financiero ocasionado en los EE. UU. se estimó entre 750 y mil millones de dólares. Los efectos económicos, sociales y ambientales fueron tan dramáticos que en 1990 EE. UU. introdujo la primera legislación nacional sobre el agua de lastre.

Una de las preocupaciones en torno al mejillón cebra es la facilidad con que se propaga. Se introdujo a los continentes y a los Grandes Lagos en el agua de lastre de buques oceánicos. La introducción a lagos más pequeños probablemente se dio a través del transporte terrestre, en los cascos de barcos, anclas y remolques. Las larvas pueden ser transportadas en trajes de buceo, en equipos de muestreo científico, o durante el cultivo de peces. La expansión en América del Norte también ha sido muy rápida debido al transporte de larvas planctónicas río abajo. Se piensa incluso que los patos podrían transportar las larvas en sus plumas.

Hay varias formas de eliminar los mejillones de las tomas de agua infestadas o de las superficies fabricadas por el hombre que se han contaminado, pero ninguno de estos métodos funciona para controlarlos en el medio silvestre. Por lo tanto, es de suma importancia evitar una mayor propagación involuntaria. Para viajes de larga distancia, el intercambio de agua de lastre en mar abierto debería reducir los riesgos de introducción. La participación de la comunidad es importante para ayudar a prevenir las invasiones, asegurándose de que las embarcaciones, remolques y equipo se limpien antes de ser trasladados de un cuerpo de agua a otro. Las campañas de concientización pueden desempeñar un papel crítico en la gestión de esta especie.

Invasión ártica
el cangrejo real



Los ecologistas y los pescadores en Noruega están advirtiendo sobre la amenaza que representa el rapidísimo avance de invasores rusos a lo largo de la costa de Noruega –el cangrejo real (*Paralithodes camtschaticus*).

La especie es nativa del Pacífico Norte alrededor de la Península de Kamchatka de Siberia, hacia el sur hasta Hokkaido en el norte de Japón, y hacia el este a lo largo de las Aleutianas hacia Alaska. Es un omnívoro voraz que come grandes cantidades de cualquier planta comestible o materia animal que encuentra, incluyendo huevas de peces y otros cangrejos. Tarda unos 10 años en madurar, puede vivir hasta los 30 años y puede alcanzar un peso de 10 kg y un tamaño de 1,5 m. No tiene depredadores naturales en Europa.

En 1960, los economistas soviéticos aprobaron la introducción del cangrejo para aumentar los niveles de pesca de la industria pesquera local. Los cangrejos se capturaban en la costa pacífica de Rusia, se transportaban por tierra y se liberaban en el Mar de Barents. Por unas dos décadas no hubo mayor cambio, pero luego, a finales de la década de 1980, los cangrejos comenzaron a extenderse al oeste, y desde 1992 la especie se ha reproducido en cantidades significativas en aguas noruegas. Desde entonces, ha llegado a la Islas Svalbard y se está extendiendo hacia el sur por la costa de Finnmark en Noruega. Se predice que el cangrejo llegará tan al sur como Portugal y ya en el año 2006 había llegado a las Islas Lofoten.

El cangrejo ha ocasionado graves problemas para la pesca local a lo largo de la costa de Barents; mata a los peces y almejas comercialmente valiosos y daña las redes de pesca. Sin embargo, algunas personas han comenzado a atrapar los cangrejos convirtiéndolos en una fuente de ingresos muy lucrativa –los cangrejos vivos se exportan a exclusivos restaurantes de Londres.

Pero los impactos ecológicos del cangrejo no se conocen a ciencia cierta. De ahí que, si bien los pescadores afectados y los ambientalistas han expresado preocupación por el creciente número y propagación del cangrejo, quienes tienen un interés comercial en él señalan que se carece de pruebas contundentes que demuestren que el cangrejo exótico está causando daños ecológicos de gran magnitud.

Lamentablemente, si hay algo que debimos haber aprendido de las invasiones biológicas alrededor del mundo, es que la ausencia de prueba no es prueba de ausencia. Si esperamos hasta que una especie introducida sea invasora, entonces será demasiado tarde para hacer algo al respecto. Esta es la razón por la cual las especies exóticas deben ser tratadas con criterio de precaución: toda especie exótica debe gestionarse como si fuera una invasora en potencia, hasta que evidencia convincente indique que no representa una amenaza.

En el caso del cangrejo real, se debe evitar una mayor propagación. Las autoridades noruegas y rusas han acordado que los cangrejos localizados al oeste de 26° E (el Cabo Norte de Noruega) se encuentran bajo jurisdicción noruega. Este país fomenta la captura de cangrejos al oeste del Cabo Norte para tratar de detener su propagación. Sin embargo, dado que los pescadores comerciales de cangrejo operan en zonas de alta densidad poblacional, y no en el “frente de expansión” de menor densidad, todavía no se sabe cuán eficaz será la pesca del cangrejo para minimizar la propagación.

La gran carrera el salmón del Atlántico

El salmón del Atlántico (*Salmo salar*), originario del Océano Atlántico empieza su vida en lagos de agua dulce y ríos. A medida que madura va migrando al mar donde puede crecer hasta pesar cerca de 9 kg. El salmón a menudo se pesca deportivamente, particularmente en Europa, y es uno de los peces más degustados en todo el mundo. Cuando esta especie empezó a ser transportada por todo el mundo para la acuicultura, creó oportunidades laborales y beneficios económicos. Pero también ha tenido efectos negativos incluyendo la contaminación causada por la acuicultura y los impactos a las especies nativas por el escape y la hibridación, transmisión de enfermedades y competencia. El salmón del Atlántico actualmente se encuentra tan lejos como Australia, Nueva Zelanda y Chile, así como en la costa oeste de los EE. UU. y Canadá.

Históricamente, las cinco especies de salmón nativo en la costa pacífica, tuvieron un papel importante en la definición del carácter y la economía del Pacífico Noroccidental y de Alaska. Sin embargo, la construcción de represas, la urbanización y la deforestación han tenido su costo, y las grandes migraciones de salmón del Pacífico son cosa del pasado en muchas zonas. El Servicio Nacional de Pesca Marítima de los EE. UU. ha incluido varias especies de salmón nativo en la lista de especies amenazadas. A medida que se reducía la migración del salmón silvestre, los aumentos de precios y los avances tecnológicos convirtieron la cría de salmón en una opción factible y económicamente viable, y la producción del salmón nativo del Pacífico se inició en la década de 1970 en el Pacífico Noroccidental (no así en Alaska).

A finales de la década de 1980, en lugar de producir las especies nativas, las granjas de salmón en Columbia Británica (Canadá) y el Estado de Washington (EE. UU.) comenzaron a importar salmón del Atlántico de la costa este de Canadá y Europa. Aunque algunas de estas transferencias fueron dentro del territorio canadiense (de la costa oriental a la occidental), igual constituyen una introducción de una especie exótica, porque la transferencia implicó cruzar una enorme frontera ecológica, que los peces no hubieran podido cruzar solos.

Cabe preguntarse cuál es el problema de que el salmón del Atlántico sea una especie exótica, si su acuicultura representa una gran parte de las exportaciones alimenticias y genera empleo. Incluso se pensó que la salmonicultura reduciría la presión sobre el ya abusado salmón nativo. La realidad, empero, es que el gran suministro de salmón cultivado al mercado mundial resultó en la reducción de su precio, en reacción a lo cual los pescadores comerciales declararon que tenían que aumentar la pesca del salmón nativo para mantener sus ingresos. El salmón atlántico de cultivo a menudo se cría en grandes jaulas construidas en cuerpos de agua naturales. Decenas de miles de ellos son liberados anualmente en las aguas costeras del Pacífico, ya sea accidentalmente o por la liberación intencional de los peces que se consideran demasiado pequeños. Esta masiva "contaminación biológica" y la amenaza que constituye para los salmones nativos del Pacífico es una de las principales preocupaciones.

El salmón del Atlántico se encuentra ahora con regularidad en el medio silvestre en las zonas invadidas: 7833 adultos fueron capturados en Columbia Británica en el año 2000 gracias a la pesca deportiva, o para fines de investigación o comercial. El salmón del Atlántico ya sexualmente maduro se encuentra regularmente tan al norte como Alaska. En 1998, se confirmó por primera vez (en Columbia Británica) que el salmón exótico también podía desovar en el medio silvestre. El salmón atlántico silvestre en su área nativa es muy agresivo en su etapa juvenil. Los alevines producidos por el desove en la zona invadida de la costa oeste de América del Norte pueden

constituir la mayor amenaza al salmón nativo, por la competencia con el salmón nativo juvenil, así como por la depredación del salmón rosado nativo (o jorobado) y los alevines del salmón keta (o chum).

El Departamento de Pesca y Caza de Alaska actualmente considera al salmón atlántico silvestre una grave amenaza para las especies nativas de salmón del Pacífico. Aboga porque su cultivo se limite a la cría y almacenamiento en tierra en lugar de en jaulas marinas, que se prohíba la liberación del salmón atlántico al medio silvestre, y que se defina un compromiso para no permitir pesquerías más al norte de las localidades actuales en la Columbia Británica. Pero el Departamento no tiene jurisdicción en la Columbia Británica o el Estado de Washington y esas regiones no pueden evitar que el salmón cruce las fronteras políticas. La gestión eficaz de las especies invasoras se basa en la cooperación a través de fronteras políticas.

No tan blando el coral telesto blanco

El telesto blanco (*Carijoa riisei*) es un coral blando. Se produce naturalmente en el Atlántico occidental y en el Caribe, desde Florida a Brasil. Se reportó por primera vez en Hawai en 1972, pero no se sabe con certeza cómo se propagó.

Estos corales comen con voracidad consumiendo grandes cantidades de zooplancton y por razones de alimento pueden sacar de competencia a las especies nativas más deseables. Se reproducen con gran rapidez y pueden superar en tamaño a otras formas de vida o crecer excesivamente. Puede adherirse a casi cualquier superficie dura, incluyendo aquellas en las que no es bienvenido, tales como las comunidades naturales de corales y mariscos, metal, plástico y estructuras de concreto, así como arrecifes artificiales de importancia para el buceo recreativo. En consecuencia, el telesto blanco se ha convertido rápidamente en una plaga grave, afectando seriamente la ecología y la economía de Hawai.

En condiciones favorables, el coral es capaz de un crecimiento explosivo, ocupando cualquier espacio disponible a profundidades de 120 m. En 2001, un estudio en los alrededores de Maui reveló que el coral había asfixiado hasta el 90% del coral negro que se cultiva comercialmente.

Cuando se reportó por primera vez, el telesto blanco se consideró benigno y se le prestó poca atención, pero ahora se considera el más invasor de los 287 invertebrados marinos exóticos en Hawai. Ha causado enormes daños al ecosistema y amenaza gravemente los US$30 millones anuales de ingresos procedentes de las ventas de joyas y souvenirs de coral. No se ha encontrado un método práctico para controlarlo.

El ctenóforo (*Mnemiopsis leidyi*) es un depredador carnívoro que alcanza los 10 cm de longitud, y come todo tipo de zooplancton, incluyendo huevas y larvas de peces, y alterando la cadena alimenticia de las zonas que ha invadido. Los ctenóforos se asemejan superficialmente a las medusas, pero biológicamente son muy diferentes y pertenecen a otro filo. Originario de los estuarios del Atlántico de las Américas, donde su abundancia está restringida por los parásitos y depredadores nativos, tolera una amplia gama de temperaturas y salinidad. Las poblaciones de ctenóforo siguen ciclos de “auge y caída” y pueden alcanzar altas densidades.

Desastre en el Mar Negro
el ctenóforo

Al principio de la década de 1980, el ctenóforo fue introducido al Mar Negro accidentalmente a través del agua de lastre. También se introdujo en el Mar Caspio a través del agua de lastre de los buques petroleros. En su nuevo hábitat libre de depredadores, la medusa causó estragos en todo el ecosistema del Mar Negro. La situación se vio agravada por la contaminación de nutrientes y otros. Para 1992, las pérdidas anuales por la disminución en la pesca comercial se estimaron en alrededor de US$240 millones.

La proliferación del ctenóforo ha tenido una reacción en cascada a través de los diferentes niveles de la biodiversidad –incluso han desaparecido peces depredadores y delfines. Las poblaciones de peces en el Mar Negro y en el Mar de Azov han sufrido porque el ctenóforo se ha comido sus huevas y larvas. Los impactos al ecosistema del Mar Caspio se sintieron más rápido y más severamente que en el Mar Negro. Para el 2001, ya las repercusiones se hacían sentir a todo nivel –hasta el depredador superior, la foca del Caspio, se vio afectada.

En un extraño giro de acontecimientos en 1997, otro invasor, por cierto otro ctenóforo, *Beroe ovata*, fue encontrado en el noreste del Mar Negro. Se alimenta de *Mnemiopsis leidyi* y provocó un brusco descenso en sus cifras, ayudando al ecosistema del Mar Negro a recuperarse. Las condiciones han mejorado para el zooplancton, fitoplancton, delfines y peces, así como para los huevas y larvas de peces. Es posible utilizar el *Beroe ovata* como control biológico para *Mnemiopsis leidyi*. Sin embargo, recurrir a una especie exótica para el control biológico es el último recurso, sabiendo que esto conlleva sus propios riesgos. En cualquier caso, la introducción deliberada de tales especies sólo debe considerarse después de un minucioso análisis de riesgos, que contemple todos los costos y beneficios –incluyendo los ambientales.

Wakame
alga asesina

El alga *Undaria pinnatifidia* (también conocida como wakame o alga japonesa) es nativa de Japón, China y Corea, donde se cosecha para la alimentación. Esta alga crece hasta los 3 m de longitud y tolera diversas condiciones ambientales, aunque prefiere las aguas frías. Puede crecer en cualquier superficie dura, incluyendo cuerdas, torres de alta tensión, boyas, cascos de barcos, botellas, pontones flotantes y plástico. También puede habitar en una gran variedad de superficies naturales y crecer sobre las conchas de abulón, moluscos bivalvos e invertebrados, así como sobre otras algas. Wakame puede formar densos bosques que compiten por espacio y luz con las especies nativas y, a menudo, gana la competencia, especialmente en ausencia de algas nativas grandes. En Nueva Zelanda tiene el sobrenombre de “tojo de los mares”, porque los daños que causa pueden ser tan severos como los ocasionados por el tojo, una de las principales plagas en plantas terrestres.

El alga wakame fue introducida intencionalmente a Bretaña y Francia para uso comercial y luego se reportó en comunidades naturales en el Reino Unido, España y Argentina. También se introdujo involuntariamente a Australia, Nueva Zelanda e Italia. La introducción involuntaria puede ocurrir a través del agua de lastre o de los cascos de los buques, la acuicultura y las pesquerías y el comercio de alimentos vivos.

Los efectos de la invasión de wakame son de largo alcance. La especie puede interferir con la maricultura al asirse a las jaulas o cuerdas, aumentando el trabajo y los costos de cosecha, y retrasando el crecimiento de, o desplazando a, las especies cultivadas. Al infestar la parte inferior de los barcos, wakame disminuye significativamente su eficiencia en el agua, añadiendo a los costos de funcionamiento y mantenimiento.

La mejor forma de gestionar esta alga, igual que con otras especies invasoras, es prevenir la introducción y las nuevas infestaciones. Como wakame se propaga profusamente por esporas microscópicas, la erradicación es difícil, pero se puede lograr a través de un esfuerzo prolongado.

Un ejemplo de detección temprana y respuesta rápida exitosa, proviene de las remotas Islas Chatham de Nueva Zelanda. En el año 2000, se hundió un barco de pesca que había sido infestado por wakame. El Ministerio de Pesca de Nueva Zelanda ordenó el traslado de la embarcación (ejerciendo la potestad que le otorgaba la Ley de Bioseguridad), pero el mal tiempo impidió los intentos de rescate. Se decidió entonces utilizar nuevas técnicas para erradicar las algas del casco. El casco fue sometido a un tratamiento térmico para eliminar la fase microscópica del wakame. Cajas de contrachapado con sellos de espuma fueron adheridas al casco con imanes. Los elementos eléctricos (alimentados por un generador de diesel en el barco de apoyo en la superficie) dentro de las cajas calentaron el agua de mar a 70ºC durante 10 minutos, con un lanzallamas usado en las zonas inaccesibles. Los buzos tardaron cuatro semanas en completar el tratamiento, pero un programa mensual de monitoreo durante un período de tres años indica que la erradicación ha tenido éxito. El litoral de las Islas Chatham ha sido revisado periódicamente en busca de wakame y no se han encontrado plantas.

El Santuario Marino Nacional de la Bahía de Monterey frente a la costa de California, está trabajando en la erradicación del wakame, que ya ha invadido los alrededores del Puerto de Monterrey. Se consideraba una posible amenaza para los bosques de algas marinas nativas del santuario. Los funcionarios estatales y del santuario pusieron en marcha un programa de gestión de wakame en octubre de 2002. Esto incluyó un equipo de buceadores voluntarios que quitaban el wakame manualmente de los muelles y pilotes del puerto, con investigadores voluntarios recogiendo datos sobre la ubicación del wakame. Hasta el momento, parece que el wakame se mantiene al mismo ritmo que el proyecto de erradicación, probablemente porque las esporas se trasladan más allá de los límites del puerto. Se reconoce que la erradicación no es posible porque, aunque todo el wakame se retire del Puerto de Monterey, se carece de mecanismos para evitar la reintroducción por medio de los buques procedentes de otros puertos contaminados. Sin embargo, la gestión de la población actual puede reducir la velocidad de propagación.

Problemas en Australia
la estrella de mar japonesa

Esta gran estrella de mar de color amarillo y morado (*Asterias amurensis*) es otra de las criaturas atractivas que parecen inofensivas, pero que pueden tener consecuencias desastrosas cuando invaden nuevos hábitats. La especie es nativa de Japón, el norte de China, Corea, Rusia y el extremo norte del Pacífico. Se cree que la introducción de las especies a Tasmania (Australia)

pudo haber ocurrido por larvas en el agua de lastre o ensuciamiento en buques del Japón. En 1995, la densidad poblacional en el estuario de Derwent de Tasmania resultó ser la más alta del mundo (1100 por m^3). Se estima que 30 millones de ejemplares pueden estar presentes allí.

Este voraz depredador come cualquier cosa que encuentre a su paso que no mida más que uno de sus propios brazos (hasta 50 cm). Tiene predilección por los mariscos, cangrejos, erizos de mar, otras estrellas de mar, huevas de peces y ascidias, y puede detectar y excavar cualquier presa enterrada en la arena. Desde su llegada a Tasmania, la estrella de mar japonesa se ha convertido en la principal depredadora de invertebrados en el estuario de Derwent. La estrella de mar nativa *Coscinasterias muricata* no está en condiciones de competir en número y está amenazada seriamente por las invasoras exóticas. Las granjas acuícolas, incluyendo sogas de mejillones, bandejas de ostras, líneas de vieiras y jaulas salmoneras, que pueden proveer presas de fácil acceso, también pueden verse amenazadas por la estrella de mar japonesa, aunque mucho menos cuando están suspendidas en el agua.

No se conoce un método práctico para erradicar esta especie una vez establecida. La eliminación manual por buceadores sólo ha tenido un éxito limitado, donde la infestación era esporádica y tenía una densidad de menos de 2 por m^2, pero la recolección con buzos como método de control para grandes poblaciones no es eficaz. En mayo de 2000, buceadores de la comunidad en Hobart (Tasmania) recogieron 21.000 ejemplares, que se estimó eran sólo el 5% de la población de estrellas de mar en la zona del muelle. Tampoco ha sido eficaz la eliminación manual, por dragado o con trampas. Igualmente limitado ha sido el éxito de la caza con redes y la cosecha comercial (para moler y producir fertilizantes).

Algunas especies podrían ser usadas para el control biológico de la estrella de mar japonesa y se está examinando la viabilidad y la seguridad de su uso. La única defensa práctica contra la invasión de la estrella de mar japonesa es la vigilancia continua en todos los posibles puntos de entrada y la reacción rápida si ocurre una introducción. Para maximizar la prevención de la propagación en el futuro, en toda la costa australiana se ha distribuido información sobre esta especie para educar a la comunidad y fomentar el reporte de su aparición. En Nueva Zelanda, se han promulgado leyes para impedir que se vierta el agua de lastre que se haya recolectado del estuario de Derwent y la bahía Port Phillip, durante la temporada de desove de la estrella de mar.

El entrometido mejillón

El mejillón común (*Mytilus galloprovincialis*), también conocido como mejillón mediterráneo, es nativo de la costa mediterránea y los mares Negro y Adriático. Es de color azul oscuro o marrón, casi negro, por lo general mide entre 5 y 8 cm de longitud pero se sabe que crece hasta 15 cm. El mejillón se dispersa involuntariamente en el agua de lastre y por el ensuciamiento en los cascos de los buques, y ahora está firmemente establecido en las regiones templadas en todo el mundo, incluyendo Sudáfrica, el noreste de Asia y América del Norte. En Japón y China se cultiva extensamente como alimento.

El mejillón mediterráneo es muy tolerante y puede sobrevivir en superficies que van desde rocas expuestas hasta fondos arenosos. Esta especie invasora apareció en Sudáfrica en la década de 1970 –se creyó que llegó involuntariamente, por el transporte marítimo. Una vez establecido, el mejillón puede ampliar su dominio hasta 5 km por año. En Sudáfrica se dispersan las larvas de mejillón con la velocidad y la dirección de las corrientes superficiales. El mejillón ha desplazado de

su hábitat a varias especies nativas de mejillones, reproduciéndose mucho más rápido que las especies endémicas. También ha invadido la costa del Pacífico de los EE. UU., pero a causa de las similitudes en apariencia entre los mejillones nativos y los exóticos, los cambios se produjeron sin detección durante varias décadas. Parece ganarle la competencia a su pariente cercano, el nativo *Mytilus trossulus*, en lugares con aguas más cálidas o con salinidad más constante (por ejemplo, en la Bahía de San Francisco) y asfixia a otro mejillón nativo, *Mytilus californianus*, en las áreas protegidas de las olas en el sur de California. En algunas zonas, tales como en Oregon, también se ha reportado hibridación con las especies nativas.

Las introducciones involuntarias podrían prevenirse mejor mediante la gestión del agua de lastre. En algunas zonas, una técnica nueva se utiliza en la industria de la acuicultura para reducir el riesgo de invasión. Los mejillones son manipulados para tener tres o cuatro juegos de cromosomas, lo que los hace estériles, reduciendo así el riesgo de que se establezcan poblaciones silvestres. Sin embargo, el método no es absolutamente seguro, porque los mejillones pueden volver a su estado "normal", escapar y propagarse.

Asfixiado por algas

La mayoría de las especies de caulerpa son algas de aspecto atractivo. A fines del siglo XX, la especie *Caleurpa taxifolia* se convirtió en una de las favoritas en el plano internacional, a medida que el comercio de acuarios crecía en todo el mundo. Sin embargo, una "cepa de acuario" de esta especie que se escapó, resultó ser ecológica y económicamente desastrosa cuando invadió lugares tan distantes como Australia, los EE. UU. y el Mediterráneo. Esta alga se ha hecho acreedora al gran deshonor de estar incluida entre las 100 peores especies invasoras del mundo.

Uno de los peores casos de invasión ocurrió en el Mediterráneo: un gran acuario público en Mónaco obtuvo un híbrido de *Caleurpa taxifolia* de unos distribuidores que probablemente habían obtenido su población original del norte de Australia. Pronto, pequeños pedazos de la nueva alga fueron liberados al medio silvestre a través del sistema de aguas residuales del acuario. Rápidamente cubrió 13.000 hectáreas del lecho marino a lo largo de 190 kilómetros de costa. Para el 2001, ya se había trasladado en anclas de barcos o redes de pesca a muchos otros puertos turísticos alrededor del Mediterráneo.

Caulerpa taxifolia puede invadir muchos tipos de lechos marinos, sean de barro, arena, o roca dura, pese a otras formas de vida. Comienza su invasión creciendo en extremo y dando sombra a las algas o pastos marinos residentes, y después afecta a animales marinos como los peces y langostas, cuya alimentación se basa en el ecosistema nativo existente. Los animales que no se pueden trasladar rápidamente, como por ejemplo, los mariscos, son simplemente asfixiados. La cepa de acuario de la *Caulerpa taxifolia* puede cubrir la totalidad del lecho marino con una densa alfombra, dejando a otras especies sin espacio. El alga invasora produce una toxina que la protege de los erizos de mar o los peces. Las pocas especies que pueden comer esta alga, como el pez salema del Mediterráneo, acumulan las toxinas en su carne en cantidades tales que las hace no aptas para el consumo humano. Esta alga también interfiere con varios intereses económicos. Una alfombra sólida de un sólo tipo de algas es de poco interés para el buceo recreativo con tanque o con esnórquel, o para los turistas. Los pescadores comerciales se ven afectados al reducirse los niveles de pesca por los daños al hábitat de los peces y porque el alga se enreda en las redes y las hélices de los barcos.

Una infestación relativamente pequeña en el sur de California fue erradicada cubriendo las algas con pliegos de plástico y envenenándolas con cloro; se puede utilizar otros tratamientos. El costo de monitoreo y control para la erradicación en el Sur de California fue de US$2,33 millones en los años 2000-01, más un costo anual de vigilancia de US$1,2 millones hasta el 2004. La aplicación de sal marina gruesa con una concentración de alrededor de 50 kg/m² se ha utilizado con éxito moderado en un caso en Australia, lográndose erradicar la *Caulerpa taxifolia* exótica de un área de casi 5200 m². En otro caso, un área de 3000 m² mostró una reducción en la densidad de algas, pero no su total erradicación. Croacia intentó la erradicación de las algas cubriéndolas con pliegos de plástico, con un éxito razonable, pero el área fue de sólo 512 m². También se ha erradicado en el sur de Australia y Nueva Gales del Sur, Australia, y la extracción manual por buzos fue exitosa en la erradicación de un pequeño parche de *Caulerpa taxifolia* en el Mediterráneo francés. Sin embargo, estos métodos exigen muchos recursos y si se deja atrás un solo pedacito del alga, la especie puede fácilmente reinvadir.

Pulga pequeña, impacto grande

La pulga espinosa de anzuelo (*Cercopagis pengoi*) es nativa del sur de Europa, más concretamente de los mares Caspio, Negro y de Azov y de pequeñas lagunas costeras en esa zona. La especie puede tolerar una amplia gama de salinidad y temperaturas, por lo que no es de extrañar que se haya convertido en invasora en agua dulce, como en los Grandes Lagos de los EE. UU. y Canadá, así como en entornos marinos, como en el Mar Báltico. La pulga espinosa viaja extensamente utilizando el mismo vector que tantos otros invasores devastadores: las aguas de lastre. El diminuto tamaño de la pulga espinosa –menos de 2 mm– desmiente su potencial para causar grandes daños.

Uno de los primeros impactos de la pulga espinosa de anzuelo es la saturación de las redes y el ensuciamiento de los barcos. En América del Norte, la pulga espinosa se descubrió por primera vez en el lago Ontario en julio de 1998 y su rápido avance a través de los lagos fue fácil de rastrear: en agosto de 1998, los pescadores canadienses comenzaron a reportar que unas masas gelatinosas, formadas por cientos de estas pulgas, estaban ensuciando sus líneas de pesca y trabando su equipo. Al cabo de un mes, estos efectos se reportaron por todo el Lago Ontario. Probablemente, los barcos de comercio o embarcaciones de recreo transportaron la especie desde el lago Ontario hasta el lago Michigan, y a mediados de septiembre se reportó ensuciamiento ahí también. Mientras que para los pescadores deportivos se trata de una molestia, para los pescadores comerciales es económicamente perjudicial. En el mar Báltico se reportó que las pérdidas de tan sólo una pesquería en la zona oriental del Golfo de Finlandia fueron de por lo menos US$50.000 anuales por el ensuciamiento de los equipos de pesca.

La pulga espinosa afecta la biodiversidad nativa tanto directa como indirectamente. La floración de algas nocivas puede ocurrir porque la pulga espinosa se come los “herbívoros” nativos de tamaño planctónico que mantendrían el control de esas floraciones. Al comerse el zooplancton, la pulga espinosa reduce la fuente de alimentos para otras especies más grandes como los peces, posiblemente creando un “cuello de botella” en la productividad de la comunidad de peces. Esta pequeña criatura puede trastornar a toda una cadena trófica y afectar la calidad del agua.

Las medidas para evitar una mayor propagación de esta especie incluyen el cambio de agua de lastre para reducir las posibilidades de nuevas introducciones. A nivel local también es fundamental evitar la propagación de las poblaciones ya presentes, y las siguientes medidas pueden contribuir: no desechar el cebo o el agua de cebo en un cuerpo de agua; las embarcaciones y equipos deben lavarse con agua caliente (más de 40°C), con un atomizador de agua a alta presión, o los barcos y el equipo deben dejarse secar completamente durante al menos cinco días antes de volver a entrar a un cuerpo de agua; los motores, cubetas de cebo y el equipo de pesca deben ser cuidadosamente limpiados y drenados.

Cangrejo europeo
un golpe triturador

Un cangrejo común (europeo) adulto mide aproximadamente 6-7 cm de largo, pero puede crecer más. El cangrejo común puede superar con facilidad en competencia y maniobra a otros cangrejos. Se alimenta de muchos organismos costeros, especialmente los moluscos bivalvos como almejas, ostras, mejillones y crustáceos pequeños. Los cangrejos europeos son más rápidos, más diestros, y pueden abrir conchas con más facilidad que otras especies de cangrejos.

El cangrejo común es nativo de Europa y fue transportado a los EE. UU. en los pequeños túneles perforados por los moluscos bivalvos en los buques de madera. Estos cangrejos se observaron en 1817 en la costa este de América del Norte, y ahora se reproducen de Nueva Escocia a Virginia. Se cree que el cangrejo fue, al menos en parte, responsable de la destrucción de la producción acuícola de la almeja ovalada en la década de 1950, que afectó a miles de personas. La pesca se redujo de 14,5 millones de libras en 1938 a 2,3 millones de libras en 1959, un período durante el cual el territorio del cangrejo común se extendió y entró en la zona de granjas almejeras.

En 1989, se halló en California cangrejos de la población de la costa este. Se mantuvieron desapercibidos por un tiempo en su nuevo hábitat hasta que aumentó su población y luego se expandieron rápidamente hacia el norte. En Oregon se encontraron sitios invadidos en 1997, en Washington en 1998 y en Columbia Británica en 1999. Se cree que el cangrejo común eventualmente se podría extender a lo largo de toda la costa pacífica de América del Norte desde México hasta Alaska.

El cangrejo común ha invadido Sudáfrica y también se ha registrado en Tasmania y Victoria en Australia, en Brasil, Panamá, Madagascar, el Mar Rojo, Pakistán, Sri Lanka, Myanmar, Japón, la Patagonia y Hawai, aunque todavía no se sabe si es un invasor en todos estos lugares.

Los mariscos, especialmente las ostras, han sido introducidos intencionalmente en todo el mundo para la maricultura, suministrando alimento y empleo. La ostra introducida no sólo puede convertirse en una amenaza para la biodiversidad nativa o los medios de vida, sino que también puede acarrear patógenos o parásitos que pueden infectar y dañar las especies nativas comerciales, o incluso ser un riesgo para la salud humana.

Varias especies de ostras han sido trasladadas por el mundo en los últimos cinco o seis siglos, causando diferentes impactos. La ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) (también llamada ostra rizada japonesa, ostrón del delta del Ebro, ostra fonda, y ostra gigante del Pacífico) aunque es

Ostras viajeras internacionales – e invasoras

cultivada en algunas zonas de Australia, es considerada una plaga en otras. Del mismo modo, en los Países Bajos esta especie se utiliza para la maricultura, pero en el Mar de Wadden en donde se ha establecido "en el medio silvestre", es vista como una posible amenaza ecológica debido a su capacidad de generar arrecifes sólidos y competir con especies nativas. También causa daños económicos, ensuciando y obstruyendo tuberías de entrada e interfiriendo con sistemas de refrigeración central.

Muchos organismos han viajado con las ostras y se han introducido involuntariamente, incluyendo la enfermedad de la ostra MSX *(Haplosporidium nelsoni*). Al agente de la enfermedad le fue dado el nombre de MSX por "esfera X multinucleada". Otras plagas también han viajado con las ostras, amenazando las especies nativas y el cultivo comercial de ostras. La ascidia *Styela clava* presenta una gran amenaza para la producción acuícola de mariscos en Nueva Zelanda. Se cree que se introdujo con las ostras del Pacífico importadas de Asia. Las enfermedades humanas como el cólera pueden ser transportadas con las especies introducidas, y se pueden establecer en las poblaciones de mariscos en la zona, para luego infectar a los humanos.

Si bien las introducciones intencionales de especies exóticas, como las ostras, pueden crear riesgos, también pueden tener efectos deseables, como la mejora de la seguridad alimentaria o la creación de empleos a través de la acuicultura. Muchas de las especies que se introducen en otros lugares no se convertirán en invasoras en lo absoluto. En otros casos, los riesgos se pueden mantener a niveles aceptablemente bajos con medidas de gestión específicas. El truco es aumentar nuestra capacidad para utilizar las especies exóticas que son beneficiosas al tiempo que se minimizan los riesgos. Por esta razón, una introducción intencional, como para el cultivo de ostras, sólo se debe autorizar después de que un previo análisis de riesgo ha descartado la probabilidad de invasión, o ha sido capaz de establecer medidas de gestión eficaces.

La hierba *Spartina anglica* habita en marismas, humedales, y estuarios. *Spartina anglica* es un híbrido entre la *S. maritima* nativa de Inglaterra y la *S. alterniflora* que se introdujo a Inglaterra proveniente de la costa atlántica de los EE. UU. *S. anglica* tiene un metabolismo muy acelerado que lleva a que grandes cantidades de materia orgánica entren al ecosistema y es una fuente importante de nutrientes para los ecosistemas marinos.

Spartina ha sido sembrada extensamente con fines comerciales, tales como la protección costera, la estabilización de dunas de arena y la recuperación de tierras. Las introducciones intencionales con este fin se han llevado a cabo en el Reino Unido y Nueva Zelanda. La hierba también se ha propagado mediante introducciones involuntarias, a través de las aves, los granos flotantes y el agua de lastre de buques. Los pastizales de *spartina* proveen una fuente de alimento y hábitat para muchas criaturas, pero por lo general conducen a la exclusión de especies de plantas nativas y la pérdida de hábitat para la alimentación de aves marinas, especialmente limícolas (o zancudas).

Otra especie de *spartina*, la *spartina* atlántica (*Spartina alterniflora*), nativa de partes de los EE. UU., también se usa ampliamente para fines de conversión de la tierra incluyendo en zonas en las que no es nativa. La invasión de la Bahía Willapa, en el Estado de Washington, está transformando rápida y drásticamente una amplia zona de marismas de marea en prados con densa vegetación, afectando a miles de aves acuáticas migratorias, aves playeras y aves zancudas que forrajean en

Spartina
una invasora insidiosa

las marismas abiertas. En otras partes de los EE. UU., donde la *spartina atlántica* no es nativa, como en la Bahía de San Francisco, se combinó con diferentes especies nativas de *spartina*, amenazando la flora nativa en zonas pantanosas. Estos híbridos son más resistentes que sus "antepasados", como resultado de lo cual son mejores invasores. La propagación de híbridos entre la *spartina* atlántica y la *S. maritima* nativa en el Reino Unido es otro caso bien conocido de invasión de plantas por hibridación.

Una sencilla pero muy eficaz estrategia para combatirla, es mediante la identificación temprana de recién llegados de la *spartina* invasora a sitios valiosos, estudiando las zonas vulnerables y eliminando las invasoras antes de que se propaguen. Varios métodos han sido utilizados para eliminar infestaciones mayores. En áreas pequeñas es factible hacerlo recurriendo a la asfixia, la quema, el entierro y la excavación de la hierba. Las áreas más grandes son generalmente tratadas con herbicidas cuando ello es posible y aceptable. El Departamento de Agricultura del Estado de Washington (EE. UU.) aprobó la introducción de un salta-plantas (un grupo de insectos que se asemejan a las hojas de la planta y brincan como saltamontes) *Prokelisia marginata* en la xcomo agente de control biológico contra *S. alterniflora*.

La historia del cólera

El cólera es una de las enfermedades mortales más conocidas. Producida por diversas cepas de la bacteria *Vibrio cholerae*, los síntomas de la enfermedad varían de diarrea leve a aguda acompañada de calambres abdominales, náuseas, vómito, deshidratación y conmoción. En los casos más graves, una persona sana puede deshidratarse en menos de una hora de la aparición de los síntomas y puede fallecer dos horas después. Afortunadamente para la mayoría de las personas, los avances del siglo XX en cuestiones de salubridad, higiene, eliminación de residuos, manipulación de alimentos y abastecimiento de agua doméstica, han resultado en una disminución significativa de la enfermedad.

Entonces, ¿por qué hablar de esta enfermedad en un libro que versa sobre plantas y animales marinos invasores? La respuesta es que la bacteria del cólera no ha desaparecido. Como la mayoría de los patógenos humanos son capaces de mutar en nuevas cepas y provocar epidemias. También son capaces de "viajar" extensamente en el agua de lastre de los buques.

En la década de 1980, apareció una nueva cepa de *Vibrio cholerae*, posiblemente en Indonesia, y epidemias locales brotaron en gran parte de Asia oriental. En 1991, un buque procedente de Asia llevó una nueva cepa virulenta de la enfermedad hasta el puerto de Lima en Perú, probablemente por medio de agua de sentina contaminada. La bacteria pronto infectó los mariscos y luego se propagó a los seres humanos, alcanzando rápidamente proporciones de epidemia. Solamente en el Perú ha habido un millón de casos de cólera y hasta 10.000 muertes.

Tilapia (*Oreochromis spp.*) es el nombre común dado a más de 70 especies de peces, de las cuales al menos ocho son utilizadas para la acuicultura. La tolerancia a la temperatura del agua y la salinidad varía mucho entre especies. La tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) es la menos tolerante al frío y prefiere los climas tropicales a los subtropicales, mientras que la tilapia azul (*Oreochromis aureus*) es capaz de tolerar temperaturas tan bajas como 8-9°C, por lo que es más dada a establecerse en los países con pronunciadas variaciones estacionales de temperatura. La tilapia generalmente vive en agua dulce, pero algunas especies e híbridos pueden tolerar

Tilapia
amiga y enemiga

variaciones de concentración salina. Alrededor de 85 países cultivan tilapia en granjas, entre ellos China y muchos países del sudeste asiático, así como partes de América Central, África y las islas del Pacífico Sur. Hasta el 98% de las granjas de tilapia se encuentran fuera de su zona de distribución nativa.

La tilapia se adapta bien al cultivo en granjas, ya que aumenta de peso rápidamente y se reproduce sin gestión o infraestructura especial. También se ha utilizado la crianza selectiva para reproducir tilapia "genéticamente mejorada" y la hibridación para crear peces cada vez más adaptables, resistentes y de rápido crecimiento. Sin embargo, las mismas cualidades que hacen que la especie sea ideal para la acuicultura, la convierten en una invasora formidable cuando se escapa. El sistema preferido es el uso de jaulas. Esto conlleva un riesgo bastante alto en términos de impacto ambiental, pero es el método más asequible en términos de costos de inicio y es la opción preferida por los pequeños criadores y, generalmente, la única opción para las comunidades pobres.

Hay muchos casos en los cuales la introducción de tilapia condujo a la disminución de los peces nativos, plantas acuáticas y cambios en el hábitat. En el Lago de Nicaragua, la tilapia de granja, cultivada para la exportación a los EE. UU., escapó y destruyó los hábitats naturales, sustituyó los peces cíclidos nativos (la familia de peces a la que pertenece tilapia) y ha causado problemas para la población local debido a que son más difíciles de atrapar que las especies nativas que reemplazaron. Como resultado de ello, las comunidades locales alrededor del lago tienen menos acceso a proteína para su dieta, aunque los propietarios de granjas están en mejor situación debido a las divisas que genera la exportación. En muchos países, la tilapia se escapa y sus impactos ecológicos no están bien monitoreados, por lo que se subestiman los impactos, si es que son considerados del todo. La tolerancia a la salinidad de algunas de las especies de tilapia significa que pueden propagarse de una cuenca hidrográfica a otra, ya que pueden sobrevivir en las zonas costeras, entre las desembocaduras de los ríos.

El problema no radica en la acuicultura, sino en los peces que escapan y se establecen en el medio silvestre. Hay métodos disponibles para permitir la continuación de la acuicultura pero sin los altos costos ambientales. Es posible mejorar la aplicación de métodos que resulten en un menor número de fugas o un menor impacto de las fugas. Las introducciones intencionales de especies exóticas para la acuicultura sólo se deben permitir tras un análisis de riesgo que contemple los costos ambientales e identifique las opciones de gestión ambientalmente sostenibles. Debe explorarse la posibilidad de utilizar peces nativos para la acuicultura (especialmente en las zonas donde las especies de peces nativos son vulnerables a la tilapia).

La UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), fundada en 1948, agrupa a Estados soberanos, agencias gubernamentales y una diversa gama de organizaciones no gubernamentales, en una alianza única: más de 1000 miembros diseminados en cerca de 160 países.

Como Unión, la UICN busca influenciar, alentar y ayudar a los pueblos de todo el mundo a conservar la integridad y la diversidad de la naturaleza, y a asegurar que todo uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sustentable.

La UICN fortalece el trabajo de sus miembros, redes y asociados, con el propósito de realzar sus capacidades y apoyar el establecimiento de alianzas globales para salvaguardar los recursos naturales a nivel local, regional y global.

El Programa Marino Mundial de la UICN proporciona nexos vitales para la Unión y sus miembros con todas las actividades de la UICN relacionadas con el medio marino, incluyendo proyectos e iniciativas de las oficinas Regionales y las 6 Comisiones de la UICN. El trabajo del Programa Marino Mundial de la UICN se ocupa de temas como la gestión integrada de costas y mares, pesquerías, áreas marinas protegidas, ecosistemas marinos extensos, arrecifes de coral, especies marinas invasoras y la protección de los océanos.

UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA

SEDE MUNDIAL
Rue Mauverney 28
1196 Gland, Suiza
mail@iucn.org
Tel +41 22 999 0000
Fax +41 22 999 0002
www.iucn.org

TOTAL Fondation D'ENTREPRISE Pour la biodiversité et la mer