

Introducción de especies en ambientes marinos chilenos: no solo exóticas, no siempre evidentes

Introduction of species in Chilean marine environments:
not only exotic, not always evident

PATRICIO A. CAMUS

Center for Advanced Studies in Ecology & Biodiversity, y Departamento de Ecología Costera, Facultad de Ciencias,
Universidad Católica de la Santísima Concepción, Casilla 297, Concepción, Chile;
e-mail: pcamus@ucsc.cl

RESUMEN

El éxito económico del cultivo de especies marinas exóticas en Chile y el amplio desarrollo de la acuicultura en toda la costa, están convirtiendo la introducción de especies en una práctica frecuente. Algunas acciones han tenido impactos ecológicos importantes, y otras más recientes como el cultivo de abalones ya estarían provocándolos de forma indirecta, por la fuerte extracción de macroalgas usadas como alimento. Sin embargo, el fenómeno de introducción no se limita a especies exóticas, y puede abarcar la introducción accidental o intencional de cualquier especie nativa o con distribución en Chile, a cualquier ambiente donde no está presente por causas naturales. En este sentido, sería un fenómeno más común y con mayor extensión geográfica de lo supuesto, practicada por largo tiempo en la acuicultura y actividades relacionadas, involucrando también a organismos seleccionados o modificados genéticamente. Por otra parte, la normativa nacional e internacional parece ser insuficiente o poco eficaz para regular estas actividades, y hasta puede estar en conflicto con grandes intereses económicos. Potencialmente, el impacto histórico conjunto de estas prácticas sería alto, pero en general no se ha evaluado o es poco conocido. Conviene notar que la introducción no es infrecuente en la investigación marina científica o tecnológica, pero su efecto es tan desconocido como en otros ámbitos. Sería deseable que la comunidad científica del área de biología marina chilena tomara una posición más clara ante el problema, ya que la acuicultura comienza a verse como una disciplina en conflicto con la conservación.

Palabras clave: introducción de especies, acuicultura, conservación, Chile.

ABSTRACT

The economical success associated to the cultivation of exotic marine species in Chile, and the high development of aquaculture along the whole coast, are converting the introduction of species into a frequent practice. Some of these actions have had important ecological impacts, and others, more recent, such as the culture of abalone would be provoking them already indirectly through intensive harvesting of macroalgae needed as food sources. However, the phenomenon of introduction is not restricted to exotic species, and it may also include the accidental or intentional introduction of either native or Chilean distributed species into environments where they were not present before naturally. In this sense, species introductions would be a much more common and widespread phenomenon than previously thought, practiced for a long time in aquaculture and related activities, and involving organisms subjected to genetic selection or modification. On the other hand, national and international regulations to control these activities seem to be either insufficient or scarcely efficient, and they might be against large economical interests. Potentially, the combined historical impact of such practices would be high, although proper assessments are lacking. It is worth noting that introductions are not infrequent in activities linked to scientific or technologic marine research, and their potential effects are poorly known as well. The Chilean scientific community, mostly linked to marine biology, should adopt clear positions in face of this problem, and well before aquaculture and conservation become conflicting biological disciplines.

Key words: species introduction, aquaculture, conservation, Chile.

INTRODUCCIÓN: PARADOJAS DE CONSERVACIÓN

El cultivo, manipulación e introducción de especies marinas en los ambientes naturales de la costa de Chile han llegado a ser prácticas frecuentes y cada vez más extendidas geográficamente. Sin embargo, su impacto ecológico particular y conjunto no ha sido suficientemente evaluado. Por ejemplo, Gajardo & Laikre (2003) llamaron la atención sobre los aspectos biológicos grises tras el gran éxito económico de la introducción de especies exóticas en ambientes acuáticos chilenos, incentivada a nivel gubernamental, situación que denominaron una "paradoja de conservación". Los autores destacaron especialmente la introducción repetida de salmónidos en el país, y la escasa importancia que se ha dado a su potencial impacto ecológico y genético sobre especies y sistemas nativos. Actualmente, al menos ocho especies de peces y moluscos exóticos son cultivadas comercialmente en Chile de forma regular, y otras ocho están en cultivo experimental o piloto (SUBPESCA 2003). Entre las primeras se encuentran dos moluscos herbívoros conocidos como abalones (*Haliotis* spp.), mencionados también por Gajardo & Laikre (2003), y que presentan un caso interesante por su reputación de voraces consumidores de macroalgas. La normativa actual en Chile permite cultivar abalón en circuitos controlados, pero en un caso (abalón rojo, *H. rufescens*) autoriza el uso de sistemas semi-cerrados y abiertos entre los 42°22' S y 46° S (Pizarro 2003), una zona biológicamente poco estudiada. Así, mientras su cultivo se efectúa en estanques en tierra en la zona norte, en la zona sur se intenta privilegiar su desarrollo ("engorda") en el mar en cultivos suspendidos.

En cultivo, el tamaño de un abalón puede alcanzar ca. 28 cm en longitud y 1.700 g en peso, y ya en estado juvenil pueden consumir hasta el 30 % de su peso corporal en algas cada día (Pizarro 2003). Por ello no es difícil imaginar que el escape de individuos hacia el ambiente natural, y su eventual éxito en formar una población viable, constituyen un riesgo potencial en cuanto a su posible efecto sobre la vegetación y la trama de relaciones ecológicas que esta desarrolla con otros organismos. Pero aunque tal situación nunca llegara a transformarse en un impacto, hay otros efectos mucho más inmediatos y directos derivados de la necesidad de proveer alimento para los cultivos. Las

algas más usadas como alimento son especies de *Gracilaria*, *Lessonia*, *Macrocystis* y *Ulva*. Si bien existen cultivos experimentales de algunas algas con este objetivo aún están lejos de ser una alternativa, y el costo y la dificultad de usar alimento artificial, más la preferencia de mercado por abalones cultivados con alimento natural (Guzmán 2003), generan una demanda de algas frescas que puede alcanzar niveles críticos. Por ejemplo, las algas pardas como *Macrocystis* y *Lessonia* son extraídas en grandes volúmenes para usar solo sus frondas, descartando el resto de la planta que representa ca. del 60 % de su biomasa, y un solo centro de cultivo puede requerir hasta 90 toneladas de frondas por mes, cantidad que además aumentaría ca. 10 % por mes (JA Vásquez, comunicación personal y resultados no publicados). Además, la extracción se expande en área a medida que las algas se agotan en las inmediaciones de un centro de cultivo (Pizarro 2003), un efecto acentuado por la variación espacio-temporal natural de estas praderas (e.g., véase Vásquez et al. 2001), que promueve la extracción de algas desde fuentes nuevas y cada vez más lejanas. En la perspectiva del cultivador, la reducción de las praderas de algas es un problema de suministro de alimento más que un posible impacto, que probablemente no ha sido evaluado, por lo cual se ha planteado introducirlas en las cercanías de los centros de cultivo. En la perspectiva biológica, sin embargo, la sobreexplotación de praderas naturales, o la introducción de algas en áreas donde no están presentes naturalmente, puede implicar cambios no solo en abundancia sino también en la misma estructura geográfica de las poblaciones. Por otra parte, las grandes algas como *Macrocystis* y *Lessonia* son organismos estructuradores en sus respectivas comunidades (e.g., Santelices 1989, Vásquez 1992, Vásquez et al. 2001, Vega et al. en prensa), a los que se asocia una alta diversidad de organismos, y su sola presencia genera condiciones particulares en la hidrodinámica y productividad del ambiente local. Por ello, tanto su remoción como su implantación por vías no naturales podrían generar cambios significativos en la comunidad local afectada, ya sea en la composición taxonómica o en los patrones de interacción y uso de hábitat de las especies residentes.

El caso anterior es solo un problema puntual, pero el actual espectro de situaciones de

riesgo es mucho más amplio, y ya existen advertencias para el futuro cercano, como la eventual introducción del pez tilapia (*Oreochromis*) en la zona sur (Pérez et al. 2004), pese a las demostradas consecuencias negativas de esta acción en otras regiones.

¿ACUICULTURA Y CONSERVACIÓN EN CONFLICTO?

Si bien los casos de algunas especies exóticas pueden parecer dramáticos, solo representan la parte más sensible y reciente de una historia acumulada de efectos asociados a otros cultivos, la mayoría de especies no exóticas que son transportadas e implantadas dentro de Chile. No obstante, dado el desarrollo alcanzado por las actividades de acuicultura en nuestro país, y su exitosa proyección futura que se extenderá casi por toda la costa, las paradojas de conservación están llegando a ser un problema ineludible.

El impacto potencial de introducir especies exóticas al ambiente nativo puede ser enorme (e.g., Jaksic 1998, Soto et al. 2001, Jaksic et al. 2002, Figueroa et al. 2004, Pérez et al. 2004, Iriarte et al. 2005). Sin embargo, el concepto de introducción también puede ampliarse a cualquier especie, más allá de su naturaleza y origen geográfico, que se instale en cualquier lugar en que no esté presente por causas naturales (Bellorín & Oliverira 2001). Así, la introducción incluye también a especies con distribución parcial o totalmente contenida en Chile, lo cual es una práctica común principalmente en la acuicultura, que se realiza de diversos modos, con amplia cobertura geográfica, y cuyas consecuencias virtualmente se desconocen. Las modalidades van desde la implantación o “siembra” (dirigida o accidental) de especies que no forman parte de una comunidad local, ya sea en estados adultos o tempranos, hasta la introducción de “cepas” (i.e., organismos genética y/o fenotípicamente homogeneizados provenientes de un proceso de selección) en lugares “aptos” para cultivo donde puede o no haber poblaciones naturales de la misma especie. El repoblamiento con fines de explotación es una situación similar toda vez que se basa en material biológico alóctono, y es cuestión de tiempo para que la introducción de organismos genéticamente modificados al ambiente marino

alcance niveles de riesgo tan altos como en el ambiente terrestre (e.g., Kalin 2002). No obstante, aún no se dispone de la base de conocimientos o la capacidad para evaluar a nivel masivo, por ejemplo, cómo la generación de poblaciones “nuevas” (introducidas o modificadas) en una especie dada altera la estructura espacial de su flujo génico, la viabilidad de sus poblaciones originales, o el tipo y resultado de las interacciones interespecíficas que ocurren en el ensamble local.

Una evaluación global del impacto de todas las situaciones descritas sería compleja y heterogénea, y además en muchos casos la información necesaria no existe, no está disponible, o no ha sido evaluada. Más aún, es factible que la introducción de una especie no tenga un impacto ecológico apreciable o significativo, o que los efectos derivados de una introducción (e.g., extracción de algas para abalones) puedan ser minimizados o remediados. Lo cierto es que sería difícil identificar todos los impactos que ya han ocurrido o están ocurriendo, y aun conociéndolos no sería obvio determinar a qué grado habrían modificado los ecosistemas costeros a escala local, regional y nacional. Por otro lado, aunque las introducciones no generaran impactos locales, si llevan a la instalación de especies fuera de sus áreas de distribución significarían una alteración de los patrones biogeográficos naturales. Sin embargo, no es muy evidente el grado o modo en que tal alteración constituiría un perjuicio ambiental, ni la conveniencia o necesidad de que la biogeografía sea usada como criterio para restringir el traslado e introducción de especies. No obstante, la información biogeográfica ya está siendo considerada una herramienta necesaria para la conservación de ambientes marinos (e.g., Laurie & Vincent 2004).

PROBLEMAS DE CRITERIO Y PERSPECTIVAS

La intervención humana en el ambiente natural es inevitable, y no hay maneras obvias ni simples de abordar el problema, ni de conciliar la gran diversidad de intereses en juego. Además los costos y beneficios de cualquier intervención no son valorados de igual forma por todos los sectores o actores involucrados, por lo cual los enfoques puristas en general tendrán poco éxito. En este contexto, las normativas naciona-

les parecen aún insuficientes para servir como marco de acción general.

En un marco más amplio, hay al menos 11 acuerdos internacionales suscritos por Chile que pueden aplicarse a la diversidad costera, como la convención CITES (Decreto Supremo N° 141/75) que regula el comercio de especies amenazadas, o la convención sobre diversidad biológica (ratificada en 1994), que entre sus disposiciones incluye el impedir que se introduzcan, controlar o erradicar las especies exóticas que amenacen ecosistemas, hábitat o especies (artículo 8, letra h). No obstante, estos convenios no son necesariamente efectivos o suficientes, no consideran algunos de los casos discutidos anteriormente, y hasta pueden estar en conflicto con los intereses nacionales vinculados a la acuicultura en particular y al crecimiento económico en general. Lo anterior ciertamente no significa que la comunidad científica deba ignorar el problema, y conviene notar que buena parte de la investigación científica o tecnológica en el medio marino también incluye actividades que implican riesgo, particularmente los ensayos en ambiente natural sobre cultivo, crecimiento, repoblamiento, trasplante, pestes, patógenos u otros aspectos.

En conjunto, las prácticas de cultivo descritas o sus efectos derivados pueden constituir un problema de bioseguridad, y es relevante establecer la magnitud y alcance de su efecto sobre la diversidad nativa. Estas prácticas también plantean un problema bioético, y cabe preguntarse a qué grado o en qué circunstancias son permisibles. La investigación científica que implica riesgo tampoco debe quedar al margen de estas consideraciones. Sin embargo, no hay fundamentos sólidos para establecer límites inequívocos entre lo que es o no es permisible, así como grados de tolerancia para uno u otro problema. Hasta ahora, el conocimiento exhaustivo de una especie a introducir sigue siendo una de las mejores herramientas para predecir y controlar adecuadamente sus posibles efectos (e.g., véase el caso de *Artemia* spp.; De los Ríos & Gajardo 2004), en la medida en que no solo los biólogos aprecien su importancia.

Si bien organismos como la Subsecretaría de Pesca proyectan reglamentar el movimiento y uso de especies exóticas, será difícil prevenir por ejemplo las introducciones accidentales asociadas al transporte marítimo nacional e internacional, y sería imposible eliminar el trans-

porte e implantación de organismos marinos dentro del país, que ya son actividades rutinarias para la acuicultura. Por otra parte, también es pertinente preguntarse cuál es el grado de transformación antropogénica incorporado en las poblaciones y comunidades marinas chilenas (e.g., Fernández et al. 2000). Es posible que estén más alteradas de lo supuesto, y por ello quizá no es tan sorprendente que especies como el tunicado *Pyura praeputialis*, de distribución en extremo restringida en nuestra costa y que parecía un candidato ideal para conservación biológica, finalmente resulte ser un invasor exótico que ha modificado profundamente el ambiente que habita (e.g., Castilla et al. 2002). Tampoco que especies como el jurel *Trachurus murphyi*, largo tiempo considerado un valioso recurso natural y un componente ecológico relevante de las tramas tróficas pelágicas, al parecer sea también un invasor exótico (Poulin et al. 2002¹). De hecho hay varias especies más (de algas e invertebrados) que se sospecha son invasoras exóticas, normalmente encontradas en zonas portuarias y algunas (e.g., el alga roja *Mastocarpus papillatus*) constituyen recursos explotados desde hace tiempo.

Hace un tiempo se difundió en Chile publicidad que nos estimulaba a apreciar cómo las especies de árboles introducidos (e.g., álamo, eucalipto, pino) son parte ya de nuestra historia, paisaje y cultura, y por supuesto de nuestra economía. Esta sugerente idea también aplicaría a las especies marinas exóticas que ya formarían parte del patrimonio nacional, y en una dimensión distinta a las especies introducidas no exóticas que podrían estar en una proporción mucho mayor. Tales argumentos tienen gran peso político y económico, y pueden conducir a que la paradoja de conservación planteada por Gajardo & Laikre (2003) sea finalmente la regla.

En una proyección algo sombría, la biología marina del futuro podría terminar concentrando su esfuerzo y recursos en la protección de especies o cualidades biológicas de alto impacto socioeconómico, sin importar su origen o condición, en desmedro de especies o cualidades nativas de menor impacto o rentabilidad. Por cierto, la capitulación ante el quehacer produc-

¹ POULÍN E, L CÁRDENAS & FP OJEDA (2002) ¿Qué información nos entregan los marcadores moleculares sobre el jurel en el Pacífico Sur Oriental? *Biological Research* 35: R-46.

tivo o el purismo biológico no son opciones muy útiles ni deseables. La biología del presente, sin embargo, ofrece poco para abordar una situación que requiere criterios y estándares realistas y no idealizados. Hasta hoy la conservación biológica en el mar ha tenido un rol más remedial que preventivo, y aún no logra situarse adecuadamente en las problemáticas donde existen fuertes intereses no biológicos. En el escenario nacional, es probable que la ciencia biológica como un todo necesite criterios generales para sí misma, y una posición clara ante quienes toman decisiones, ya que la acuicultura y la conservación comienzan a parecer disciplinas biológicas en conflicto.

AGRADECIMIENTOS

Juan Carlos Castilla, Fabián M. Jaksic, y Eduardo Jaramillo, buenos concedores de nuestros recursos y sus problemas, ayudaron significativamente a clarificar este escrito y su intención, más allá de sus opiniones personales sobre los argumentos aquí presentados.

LITERATURA CITADA

- BELLORÍN A & EC OLIVEIRA (2001) Introducción de especies exóticas de algas marinas: situación en América Latina. En: Alveal K & T Antezana (eds) Sustentabilidad de la biodiversidad: 693-701. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- CASTILLA JC, AG COLLINS, CP MEYER, R GUIÑEZ & DR LINDBERG (2002) Recent introduction of the dominant tunicate, *Pyura praeputialis* (Urochordata, Pyuridae) to Antofagasta, Chile. *Molecular Ecology* 11: 1579-1584.
- DE LOS RÍOS P & G GAJARDO (2004) The brine shrimp *Artemia* (Crustacea, Anostraca): a model organism to evaluate management policies in aquatic resources. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 3-4.
- FERNÁNDEZ M, E JARAMILLO, PA MARQUET, CA MORENO, SA NAVARRETE, FP OJEDA, CR VALDOVINOS & JA VÁSQUEZ (2000) Diversity, dynamics and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystems: and overview and guidelines for conservation. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 797-830.
- FIGUEROA JA, SA CASTRO, PA MARQUET & FM JAKSIC (2004) Exotic plant invasions to the mediterranean region of Chile: causes, history and impacts. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 465-483.
- GAJARDO G & L LAIKRE (2003) Chilean aquaculture boom is based on exotic salmon resources: a conservation paradox. *Conservation Biology* 17: 1173-1174.
- GUZMÁN C (2003) Aqunoticias (marzo). www.aqua.cl/articulos/abalones.pdf.
- IRIARTE JA, GA LOBOS & FM JAKSIC (2005) Invasive vertebrate species in Chile and their control and monitoring by governmental agencies. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 143-154.
- JAKSIC FM (1998) Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. *Biodiversity and Conservation* 7: 1427-1445.
- JAKSIC FM, JA IRIARTE, JE JIMÉNEZ & DR MARTÍNEZ (2002) Invaders without frontiers: cross-border invasions of exotic mammals. *Biological Invasions* 4: 157-173.
- KALIN MT (2002) Organismos genéticamente modificados y recomendaciones ambientales. Informe al Seminario-taller "Bioseguridad: un marco jurídico para Chile". Facultad de Derecho, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 11 pp.
- LAURIE SA & A VINCENT (2004) Using biogeography to help set priorities in marine conservation. *Conservation Biology* 18: 1004-1020.
- PÉREZ JE, C MUÑOZ, L HUAQUÍN & M NIRCHIO (2004) Riesgos de la introducción de tilapias (*Oreochromis* sp.) (Perciformes: Cichliade) en ecosistemas acuáticos de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 195-199.
- PIZARRO C (2003) Evaluación de una técnica de ensilado para el alga *Macrocyctis pyrifera* y observación de su consumo por parte de abalón rojo (*Haliotis rufescens*). Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Acuicultura, Universidad Católica de Temuco, Chile. 50 pp.
- SANTELICES B (1989) Algas marinas de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 399 pp.
- SOTO D, F JARA & CA MORENO (2001) Escaped salmon in the Chiloé and Aysén inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecological Applications* 11: 1750-1762.
- SUBPESCA (2003) Acuicultura. www.subpesca.cl/areas/acuicultura/acuic_01.htm.
- VÁSQUEZ JA (1992) *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural and geographical comparison. En: Seeliger U (ed) Coastal plant communities of Latin America: 77-89. Academic Press Inc., San Diego, California, USA.
- VÁSQUEZ JA, E FONCK & MA VEGA (2001) Comunidades submareales rocosas dominadas por macroalgas en el norte de Chile: diversidad, abundancia y variabilidad temporal. En: Alveal K & T Antezana (eds) Sustentabilidad de la biodiversidad: 351-366. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- VEGA MA, JA VÁSQUEZ & AH BUSCHMANN (2005) Biology of the subtidal kelps *Macrocyctis integrifolia* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyceae) in an upwelling ecosystem of northern Chile: interannual variability and El Niño 1997-98. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 33-50.