

MOLUSCOS EXÓTICOS PRESENTES EN CHILE

Documento del Taller Moluscos Exóticos
en Chile: Efectos en la Biodiversidad

Santiago, CHILE – Año 2014



MOLUSCOS EXÓTICOS PRESENTES EN CHILE

Documento del Taller Moluscos Exóticos
en Chile: Efectos en la Biodiversidad

Santiago, CHILE – Año 2014

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)
Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

Proyecto Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago Juan Fernández (Proyecto GEF EEI)

Moluscos exóticos presentes en Chile

Documento del Taller Moluscos Exóticos presentes en Chile: Efectos en la Biodiversidad

Hotel Pablo Neruda, Noviembre de 2014 – Santiago, Chile.

ISBN:

978-956-7469-93-2

Autor:

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Investigador Principal:

Sergio Letelier, Sociedad Malacológica de Chile

Edición de textos / Comité editorial:

Fernando Baeriswyl

Pedro Baéz

Gustavo Darrigran

Francisco Brea

Andrea Rebolledo

Alejandra Fabres.

Diseño y diagramación:

Fernanda Berckhoff

Fotografía portada:

Corun aspersum, sector El Paico, Melipilla / Fotógrafo: Sergio Letelier V.

Esta publicación se realizó en el marco del proyecto Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández (Proyecto GEF EEI) y, por lo tanto, no representa necesariamente la opinión de las instituciones que participan en el proyecto.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) autorizan la reproducción total o parcial de esta publicación, a condición de que se mencione la fuente del documento.

Año:

2014

Cita recomendada

PNUD (2014). "Moluscos Invasoras de Chile: Documento del Taller Moluscos Exóticos Invasores en Chile: Efectos en la Biodiversidad". Santiago de Chile, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 63 p.

Agradecimientos:

*Agradecemos a todos los colegas y amigos de la Sociedad Malacológica de Chile (SMACH) por su colaboración y sugerencias en la elaboración de este trabajo de difusión sobre los moluscos exóticos presentes en Chile: Gonzalo Collado, Carlos Cabello, Rodrigo Palma, Vladimir Ovalle, José Luis Brito, Antonio Elizande, Vivero San Sebastián de San Antonio y Pilar Molina. Agradecemos al Centro de Ecología Aplicada (CEA) y a la Minera los Pelambres por el apoyo prestado en el control de la especie exótica *Pomacea canaliculata*. Además al equipo de GEF-EEI/MMA por su colaboración e interés en la difusión de los invertebrado exóticos de Chile.*

Las opiniones vertidas en cada capítulo son de la exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la posición de las instituciones participantes de esta publicación.

Los asistentes al Taller Moluscos Exóticos Invasores en Chile: Efectos en la Biodiversidad (12 de noviembre de 2014. Santiago, Chile); pertenecían a las siguientes Instituciones y organizaciones:

Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile
Proyecto GEF-MMA-PNUD Especies Exóticas invasoras
Ministerio del Medio Ambiente - MMA
Centro de Estudios Aplicados - CEA
Sociedad Malacológica de Chile - SMACH
OIKONOS
Servicio Agrícola y Ganadero - SAG
Universidad de Chile
Instituto del Medio Ambiente - IDMA
Universidad Andrés Bello
SdS Arquitectos
Island Conservation
Instituto de Fomento Pesquero - IFOP
Asesorías ECOMACH Ltda.

Índice

Presentación	p. 8
Reflexiones sobre Bioinvasiones de Macroinvertebrados y sus alcances Naturales y Ambientales	p. 10
Capítulo 1 Clasificación de especies según origen <i>¿Qué significa especie exótica?</i> Sergio Letelier, Pedro Báez, Andrea Rebolledo y Alejandra Fabres	p. 13
Capítulo 2 Moluscos exóticos en ambientes terrestres y humedales de Chile <i>Moluscos exóticos introducidos en ambientes terrestres y humedales de Chile</i> Sergio Letelier, Pedro Báez, Andrea Rebolledo y Alejandra Fabres	p. 17
Capítulo 3 Moluscos marinos introducidos en las costas de Chile <i>Moluscos marinos introducidos en Chile</i> Pedro Báez, Sergio Letelier, Alejandra Fabres y Andrea Rebolledo	p. 35
Capítulo 4 Especies de bivalvos invasores y sus efectos en ambientes de agua dulce <i>Moluscos bivalvos exóticos de agua dulce</i> Gustavo Darrigran y Francisco Brea	p. 43
Capítulo 5 Aportes, conclusiones y agradecimientos <i>Aportes y conclusiones de los grupos participantes al taller</i> Sergio Letelier, Pedro Báez, Andrea Rebolledo y Alejandra Fabres	p. 57

Presentación

Alejandra Figueroa,

Jefa División Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente.

Paloma Toranzos,

Oficial de Medio Ambiente y Energía del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD Chile.

El Proyecto GEF/MMA/PNUD “Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago Juan Fernández”, ha buscado desarrollar y poner en funcionamiento marcos nacionales y capacidades institucionales que permitan controlar la introducción y expansión de las especies exóticas invasoras (EEI) que ingresan al territorio nacional través del comercio, viajes y transporte. Para alcanzar este objetivo, se ha propuesto, entre otras metas, fortalecer las capacidades de las instituciones y de los sectores productivos relacionados con el manejo de las EEI, lo que requiere, sin duda, de un robustecimiento de la información disponible, tanto a nivel académica como institucional.

La presente publicación se enmarca en esta línea, ya que representa un aporte a la divulgación científica y técnica en materia de especies exóticas invasoras.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo apoya y fomenta la creación de capacidades a través de seis áreas, una de ellas es la sustentabilidad ambiental y energética, en donde la gestión de EEI resulta clave para preservar los recursos naturales del país. Asimismo, el Ministerio del Medio Ambiente se ha propuesto alcanzar el desarrollo sustentable con el objeto de mejorar la calidad de vida de los chilenos, lo que también supone la conservación de la biodiversidad y ecosistemas libres de cualquier amenaza biológica.

De esta forma, ambas instituciones respaldan el trabajo que aquí se presenta, y esperan que sirva de insumo para futuras investigaciones, ya que las capacidades técnicas de un país son la base para el diseño y aplicación de políticas, planes o programas en cualquier ámbito, especialmente en materia ambiental, que ha sido el eje del Proyecto GEF/MMA/PNUD Especies Exóticas Invasoras.

Introducción

Para poder percibir de mejor manera el rol que cumplen los invertebrados, en este caso específico los moluscos, en las denominadas invasiones biológicas en Chile, se hacía evidente la necesidad de difundir este tema hacia la comunidad y organismos estatales. De esta forma, la Sociedad Malacológica de Chile, SMACH, con el auspicio del programa GEF-MMA-PNUD, organizó un taller, que se llevó a efecto el 12 de noviembre de 2014 en la ciudad de Santiago, para ampliar la visión que existía sobre este tema. En el taller se presentaron trabajos de especialistas sobre moluscos exóticos marinos, dulceacuícolas y terrestres continentales e insulares. Con el propósito de evidenciar una experiencia externa sobre las invasiones biológicas ocasionadas por moluscos invasores, se presentó la experiencia de una invasión biológica generada por la presencia de *Limnoperna fortunei*, bivalvo asiático que ha causado serios problemas, tanto en la biodiversidad de la Cuenca del Plata, Argentina, como en los sistemas de producción de energía hidroeléctrica y en las estaciones de potabilización de agua para consumo humano.

Independientemente de las causas, las invasiones biológicas causadas por invertebrados son importantes por el impacto que causan, alteraciones que en el caso de Chile recién se empiezan a conocer. Es un tema que va más allá de nuestras fronteras y que requiere de una eficaz colaboración interna entre las instituciones del Estado y aquéllas de carácter científico, como así también con los países con que Chile mantiene un activo intercambio comercial.

Los objetivos del taller consistieron en:

- * Visibilizar cuáles son los moluscos introducidos en Chile y sus efectos en los ecosistemas, además de generar un documento de trabajo para su difusión y contribuir a elaborar una política de bioseguridad que incluya a los invertebrados, en este caso a los moluscos.
- * Evaluar el estado de los moluscos exóticos terrestres y dulceacuícolas presentes en Chile y otros aspectos vinculados a invasiones biológicas continentales e insulares.
- * Analizar el estado de los moluscos marinos exóticos presentes en Chile y otros aspectos relacionados con las invasiones biológicas marinas.
- * Conocer un estudio de caso vinculado a moluscos bivalvos exóticos de agua dulce o de estuario en Argentina y el impacto ocasionado en el medio ambiente por este tipo de invasión.

Sociedad Malacológica de Chile, SMACH



Reflexiones sobre Bioinvasiones de Macroinvertebrados y sus Alcances Naturales y Ambientales

Fernando Baeriswyl

Ingeniero Agrónomo MSc.

Coordinador Nacional Proyecto GEF-EEI, Ministerio de Medio Ambiente,

Proyecto Especies Invasoras en Archipiélago de Juan Fernández.

Consultor PNUD.

Las invasiones biológicas son, hoy en día, un fenómeno de carácter mundial. Existe un consenso generalizado que las especies exóticas invasoras (EEI) son una de las principales amenazas a la biodiversidad, especialmente en sectores geográficamente aislados, situación que genera enormes pérdidas económicas y evidentes daños a los ecosistemas. Los riesgos de invasiones biológicas se ven acrecentados con la globalización, debido al incremento del comercio mundial, el transporte y el turismo. Los seres humanos al trasladar objetos por diversas razones, facilitan la integración de especies foráneas potencialmente invasoras. Hoy en día existe gran conexión entre todos los continentes debido al traslado tanto por vía aérea, terrestre o marítima, condición que es facilitada por la alta tecnología que caracteriza la modernización del comercio actual.

Asimismo, el cambio climático juega un rol importante en acelerar los procesos de adaptación, condición que favorece el establecimiento de especies exóticas en un territorio ajeno a su lugar de origen. El calentamiento global, derivado de la utilización de combustibles fósiles está acelerando el cambio del clima y ha llevado en muchos casos, a un desplazamiento de aquellas especies cuyos períodos de adaptación en condiciones naturales son más largos, provocando incluso la desaparición de aquellas que no pueden escapar ante un evento climático extremo.

Como en todo proceso biológico, existen fenómenos de acción y reacción, en los cuales las especies más capaces de soportar impactos se adaptan a las nuevas condiciones provocadas, logrando ser exitosas y sobrevivir. Esto provoca el desplazamiento o eliminación de las especies incapaces de adaptarse al cambio rápido, las que mayoritariamente son nativas.

En otras palabras, en mayor o menor medida, las personas han producido modificaciones y cambios notables en el medio ambiente a nivel planetario, de tal forma que las invasiones biológicas, finalmente, son consecuencia directa o indirecta, de las actividades humanas.

Se ha estudiado y escrito bastante respecto a los vertebrados y plantas que se han transformado en invasores para numerosas regiones y ecosistemas del planeta, pero se conoce muy poco respecto a los problemas ocasionados por otras especies menos conocidas y no por ello menos importantes. Nos referimos específicamente a animales más pequeños y más difíciles de observar, tales como los macroinvertebrados, entre cuyas especies destacan los moluscos terrestres, dulceacuícolas y marinos. Los moluscos siempre han sido un grupo biológico importante, especialmente porque reúnen especies de gran valor para el consumo humano directo, como también por el valor estético de las especies ornamentales y por las enfermedades que pueden transmitir algunas especies, entre otras razones. Por este motivo, las invasiones de moluscos pueden provocar severos impactos en la biota y, consecuentemente, en el entorno humano.

Un buen ejemplo de invasión biológica “exitosa” lo constituye la presencia del molusco terrestre *Achatina fulica* en Perú¹, especie que está causando estragos en la agricultura de ese país. Este caracol es muy peligroso debido a que es portador de enfermedades, que incluyen al nemátodo *Angiostongylus cantonensis* y, potencialmente, *A. costaricensis*, ambos que afectan al ser humano². También se ha registrado la presencia de *A. fulica* en las Islas Galápagos. Otros ejemplos son la infestación de la cuenca del Caribe por *Zachrysis* provisoria, “caracol marrón cubano”, plaga de plantas hortícolas³; de *Theba pisana* “ca-

racol blanco de jardín”, que infesta cultivos de cereales, cítricos y olivos, entre otros vegetales⁴, y que también está presente en el suroeste de Australia. Otra invasión dramática es el caso de la babosa *Veronicella cubensis*⁵, babosa cubana, molusco bioinvasor de las islas norteamericanas del Pacífico, que afecta la producción del cultivo de frutas y productos hortícolas, tanto en Guam, como en las Islas Marianas y de la Federación de Estados de la Micronesia. Estos son ejemplos elocuentes de lo que está sucediendo a nivel planetario a los que se pueden sumar otras invasiones tales como aquella provocada por *Limnoperna fortunei*⁶, “mejillón dorado”, en Mar del Plata, Argentina, que ha alterado los sistemas de producción de agua potable. En sistemas acuáticos de Brasil, la introducción de *Corbicula fluminea* (almeja de río asiática), está afectando a las especies nativas, a las centrales energéticas y sistemas hidráulicos de ese país⁷. El gasterópodo *Melanoides tuberculata*, “caracol malasio”, muy utilizado en el acuarismo⁸, infesta los sistemas de aguas dulces, compitiendo con las especies nativas. Junto con los ejemplos de invasiones biológicas producidas por moluscos nivel internacional, también se cuenta con algunos datos nacionales como, por ejemplo, la presencia de *Cantareus (Helix) aspersa*⁹, “caracol de jardín”, en el Archipiélago de Juan Fernández, especie que afecta la horticultura local y es un claro indicador de ambientes alterados por acción antrópica. En el ámbito marino la controvertida presencia de *Mytilus galloprovincialis* “chorito marino” en el borde costero chileno¹⁰ hace necesario profundizar los estudios que permitan precisar su origen. Todos estos son algunos de los numerosos ejemplos de especies exóticas presentes en los más diversos ecosistemas y, particularmente, de aquéllos ubicados a este lado del mundo. En general, el oportunismo tiende a favorecer a las especies más resistentes, entre las que se cuentan las especies invasoras, a costa del desplazamiento de las especies más débiles, que resultan ser generalmente las especies nativas.

Hay otros casos de moluscos marinos o dulceacuícolas de cultivo, donde se tiende a privilegiar -muchas veces por razones económicas inmediatas- la introducción de especies foráneas sobre las nativas, favoreciendo con ello el traslado de parásitos asociados a esas especies introducidas, incluso eventualmente, permitiendo la adaptación de nuevos vectores. Esto

se ha observado en el caso de los moluscos que han llegado por intermedio de la acuicultura y han traído, entre o sobre sus conchas, gusanos perforadores que son capaces de atacar las conchas de otros moluscos. En el caso de especies de moluscos de sistemas límnicos, éstos se caracterizan por ser vectores de nemátodos que afectan a animales y seres humanos.

Otro ejemplo son los ecosistemas afectados por los incendios forestales, donde la sucesión de especies primarias o colonizadoras después de un desastre, generalmente son plantas invasoras o invertebrados exóticos adaptados a vivir en condiciones extremas, con alta prolificidad y pocos depredadores.

Fenómenos tan recurrentes como los incendios forestales de sectores rurales o colindantes a zonas urbanas, provocados de forma deliberada o involuntaria, están teniendo repercusiones que, sin duda, provocarán alteraciones en los ecosistemas afectados de las respectivas cuencas hidrográficas. Estos eventos favorecen la selección de especies, con los consiguientes efectos sobre la flora y fauna autóctona, que habrán quedado desfavorecidas, debido a las alteraciones provocadas por el fuego. Esto podrá permitir la instalación y desarrollo de especies más fuertes y resistentes, probablemente foráneas en algunos casos, incluso con efectos en lugares remotos como son los ecosistemas de estuario o marinos. A todo lo anterior se suma la falta de información del rol que cumplen los moluscos terrestres como bioindicadores de la agrupación vegetal, en este caso nativa, de la(s) zona(s) afectada(s).

En lo que concierne al Proyecto GEF de Especies Exóticas Invasoras, éste ha dirigido sus objetivos a dos grandes áreas. La primera de ellas está relacionada con el aporte nacional al marco regulatorio, institucional y financiero para combatir las EEI importantes para la conservación de biodiversidad. La segunda área, ha estado orientada a avanzar en un sistema integrado de control de especies invasoras, trabajando como proyecto piloto el Archipiélago Juan Fernández, que ha permitido desarrollar herramientas y estrategias que pueden ser replicadas a nivel nacional.

Respecto al Proyecto Piloto en Juan Fernández, éste financió un “*Diagnóstico del Estado del Arte Referido a la Presencia de Macroinvertebrados.*” Este

primer acercamiento mostró presencia de una Familia nativa, Tornetellinidae, representada por ejemplares recolectados del Género *Fernandezia*, y tres Familias exóticas, Limacidae, con ejemplares muestreados del Género *Deroceras* y *Zonitidae* con ejemplares del Género *Oxychilus* y *Helicidae* y de *Cornu* (*Helix*) *aspersum*.

Los moluscos exóticos se encontraron principalmente en zonas urbanas, con alto tránsito de personas, particularmente los caracoles de jardín. A esto se suma la presencia de un alto número de pequeños cultivos agrícolas en el archipiélago, lo que favorecería su dispersión y/o eventualmente el ingreso de nuevas especies

de invertebrados exóticos. Los moluscos nativos recolectados del Género *Fernandezia*, se encontraban en zonas más alejadas de la actividad urbana, y estaban asociados al Género *Blechnum*, el cual está representado por especies de helechos nativos de la isla. Por lo tanto, podría inferirse una relación planta/molusco nativos y plantas exóticas/moluscos exóticos que habría que analizar.

Avanzar en el conocimiento de las invasiones biológicas causadas por macroinvertebrados, es una tarea nacional muy necesaria, donde debe integrarse a las instituciones públicas y privadas, junto al ámbito de la investigación y la academia, para dar respuestas científicas ante la amenaza que existe de introducción de especies de moluscos invasores que ya están causando graves daños en otros países de la región y que podrían ingresar a Chile en forma accidental en cualquier momento.

Referencias bibliográficas

¹<https://es.mongabay.com/2017/05/peru-caracol-africano-especie-invasora>

^{2,3,4,5}D.G.Robinson, 2007

⁶Darrigran y Damborenea, 2005

⁷Manzur, 2012; <http://www.cabi.org/isc/datasheet/1272>; www.invasep.eu/corbicula_fluminea_2013.pdf

⁸acuariogallego.com/atlas/v/Agua+dulce/invertebrados/moluscos/gasterópodos/

⁹gefespeciesinvasoras.cl/category/publicaciones, Letelier 2015

¹⁰Tarifeño *et al.*, 2012



CAPÍTULO 1

Clasificación de especies según origen

Xerosecta cespitum en Talcahuano, Región del BíoBío.
Fotografía: Sergio Letelier V.

¿Qué significa Especie Exótica?

Sergio Letelier, Pedro Báez, Andrea Rebolledo y Alejandra Fabres
Sociedad Malacológica de Chile, SMACH

Chile posee una gran variedad de ecosistemas, desde desiertos extremadamente áridos, hasta los bosques templados más lluviosos. Sin embargo, exhibe una baja riqueza de especies. La baja diversidad de especies se debe, en parte, al aislamiento geográfico que presenta, con barreras como el desierto de Atacama por el norte, la Cordillera de los Andes por el este y un clima con condiciones muy extremas al sur, las que transforman a Chile en una verdadera isla biogeográfica con bajas posibilidades de colonización. Este aislamiento ha favorecido la presencia exclusiva de diversos *taxa* en el territorio chileno, concediéndole a los ecosistemas una extrema singularidad (MMA, 2016) y un gran endemismo.

Las especies presentes en un territorio se pueden clasificar, según el Ministerio del Medio Ambiente (2016), en:

a) Especies nativas: aquellas especies originarias del lugar en donde habitan, que en el caso de Chile se eleva a poco más de 30.600 especies (aproximadamente el 1,5% de las especies descritas para el mundo). El grupo mayor son los insectos, con casi el 33% de las especies nativas conocidas para Chile. Le siguen en importancia las plantas, 23% de las descritas para Chile, y hongos con 11% de las especies citadas para Chile. Los moluscos corresponden a más de 1.200 especies descritas, que representan casi el 2% del total de las especies descritas (Aldea & Valdovinos, 2005).

b) Especies endémicas: estas viven exclusivamente dentro de un determinado territorio, ya sea un continente, un país, una región política administrativa, una región biogeográfica, una isla o una zona particular. Por lo tanto, las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas.

A nivel nacional, casi el 25% de las especies descritas son endémicas, lo que le confiere a Chile especial relevancia para la conservación de la biodiversidad del planeta.

c) Especies amenazadas: son especies que presentan problemas de conservación (amenazas), lo cual significa que están en riesgo de extinción dentro de un mediano plazo (al menos 10% de probabilidad de extinción en 100 años). Estas especies han sido incluidas o listadas en alguna de las categorías de conservación de la UICN (International Union for Conservation of Nature) (Lista de Especies Amenazadas, Lista de Especies con Problemas de Conservación o Lista Roja). Las categorías de conservación de nuestras especies nativas son, en consecuencia. Las siguientes: extintas, extinta en estado silvestre, en peligro crítico, en peligro, vulnerables, casi amenazada, preocupación menor y datos insuficientes (categorías vigentes de UICN). Según el archivo “historia de la clasificación de especies en Chile” del MMA, en listas internacionales se encuentran incluidas aproximadamente 1.100 especies chilenas.

d) Especies exóticas: aquellas especies foráneas que han sido introducidas fuera de su distribución natural; especies cuyo origen natural ha tenido lugar en otra parte del mundo, y que por razones principalmente antrópicas han sido transportadas a otro sitio (voluntaria o involuntariamente). Igualmente, una especie exótica es aquella que, aunque sea nativa, ha sido introducida en otra región del país donde no tiene distribución natural. Algunas pueden presentar la condición de Especie Exótica Invasora, cuando su introducción y/o difusión amenace a la diversidad biológica originaria del lugar donde fue liberada, tal cual lo definió el *Convenio sobre la Diversidad Biológica* (CDB). Las especies exóticas invasoras son una de las tres causas más importantes de extinción de especies en la naturaleza, junto con la alteración de hábitat y la sobreexplotación.

Otro concepto a tener en cuenta es el de Plaga hidrobiológica. Entendida como “la población de una especie que por su abundancia o densidad puede causar efectos negativos en la salud humana, en las especies hidrobiológicas o en el medio, originando detrimento de las actividades pesqueras extractivas o de acuicultura y pérdidas económicas”, (D.S. N° 345/2005, SUBPESCA).

Importancia de los Moluscos

Del total de especies animales registradas para el mundo, los moluscos representan el segundo grupo más diverso e importante después de los artrópodos; poseen un cuerpo blando, protegido por una concha calcárea en varios grupos, simetría bilateral y un pie muscular.

Según el Ministerio del Medio Ambiente, en Chile los moluscos estarían divididos en Marinos 83% (1.069 especies), Dulceacuícolas 7% (91) y Terrestres 10% (128), con un total (100%) de 1.288 especies (CONAMA, 2008).

Los moluscos son fuente de alimento, a través de la extracción industrial, artesanal y los cultivos de mitilicultura, ostricultura, cultivo de ostiones, helicultura y otros. También son vectores de enfermedades y componentes importantes de las redes tróficas de los diferentes ecosistemas. Actualmente, la diversidad de moluscos terrestres está afectada por la fragmentación del bosque nativo. La diversidad de los moluscos marinos está afectada por la contaminación marina, la sobreexplotación de las especies que constituyen recursos y por las aguas de lastre. Ante esto, se evidencia la importancia de generar líneas base de especies nativas y exóticas ya presentes, y de esta manera estar mejor preparados ante eventuales acciones a seguir a futuro.

El control de especies exóticas asilvestradas, especialmente las de condición de especie exótica invasora, es primordial para disminuir los factores que ponen en riesgo la biodiversidad del país.

La prevención de nuevos ingresos o invasiones es tarea de todos. Es fundamental conocer sobre todo los efectos nocivos de las especies exóticas, además de evitar la translocación o transporte de las especies nativas fuera de su distribución natural (MMA, 2016).

Referencias bibliográficas

Aldea, C., & Valdovinos, C. (2005). Moluscos del Intermareal Rocoso del Centro-Sur de Chile (36° - 38°S): Taxonomía y Clave de Identificación. *Gayana (Concepción)*, 69(2), 364–396.

CONAMA. 2008. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile), 640 pp.

MMA (2016) Inventario nacional de especies silvestres. Recuperado de <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx>

SUBPESCA (2005). Reglamento sobre plagas Hidrobiológicas. Recuperado de http://www.subpesca.cl/portal//615/articles-4166_documento.pdf



Cantareus aspersa en Vivero San Sebastián, San Antonio, Región de Valparaíso
Fotografía: Alejandra Fabres.



CAPÍTULO 2

Moluscos exóticos
en ambientes
terrestres y
humedales de
Chile

Oxychilus alliarius en Región Metropolitana.
Fotografía: Alejandra Fabres.

Moluscos exóticos introducidos en ambientes terrestres y humedales de Chile

Sergio Letelier, Pedro Báez, Andrea Rebolledo, Alejandra Fabres

Sociedad Malacológica de Chile, SMACH

Contacto: contacto@smach.cl

Registro de moluscos terrestres y dulceacuícolas para Chile

La fauna y flora de Chile se caracteriza por un gran endemismo (Di Castri y Hayek, 1976; Lozada y Osorio, 1995), condición que se relaciona con la situación geográfica particular que ambas ocupan en el extremo sur-oeste de América del Sur.

Históricamente los gastrópodos terrestres han incrementado desde la colonización española en América, con algunas especies introducidas al país voluntariamente con propósito de consumo, como es el caso de *Cantareus (Helix) aspersa* (O.F. Müller, 1774). Sin embargo, la mayor parte de las invasiones de especies exóticas ha ocurrido en forma accidental en relación con las importaciones de cereales y frutas, entre otros productos agropecuarios. Las babosas y caracoles son moluscos considerados plagas de importancia en horticultura (ornamental y productiva) en muchas partes del mundo (Barker, 1992). En cualquier caso, estas especies pueden ser muy perjudiciales. Sin embargo, podrían ser de provecho siempre que el conocimiento logrado posibilitara su buen manejo.

Desde el punto de vista clásico, las especies de moluscos terrestres y dulceacuícolas pueden catalogarse como nativas o endémicas (invasiones prehistóricas o expansiones de rango natural), o exóticas (invasiones históricas) mediadas por la introducción humana voluntaria o accidental. Existen especies que no tienen registros claros y obvios de haber sido introducidas, estas son llamadas especies criptogénicas, las cuales no se ha demostrado si son nativas o introducidas. Es decir, tienen un origen incierto, desconocido, ya que no se conocen los antecedentes de cómo ellas han aparecido en las diferentes localidades (Carlton, 1996). Hay otras especies de moluscos terrestres consideradas como naturalizadas, cuya distribución actualmente es cosmopolita, como por ejemplo, el caso de aquéllas del género *Cantareus (Helix)*. Otra categoría por definir serían las especies interceptadas, especies exóticas que por motivos involuntarios son diseminadas a través del transporte de productos agrícolas y otros intercambios comerciales, las cuales son recolectadas por organismos fiscalizadores en las barreras aduaneras del país.

En la literatura hay referencias poco sistematizadas sobre especies introducidas. Tal es el caso de Philippi (1855 a y b) que incluye a cinco especies (cuatro son insertae sedis) pertenecientes a los géneros *Limax* y *Helix*. Además, Lataste (1896), Reiche (1903) y González *et al.* (1973) señalan la presencia de algunos moluscos terrestres que afectan la agricultura (Imagen 1).

Registro de Moluscos Invasores en Chile

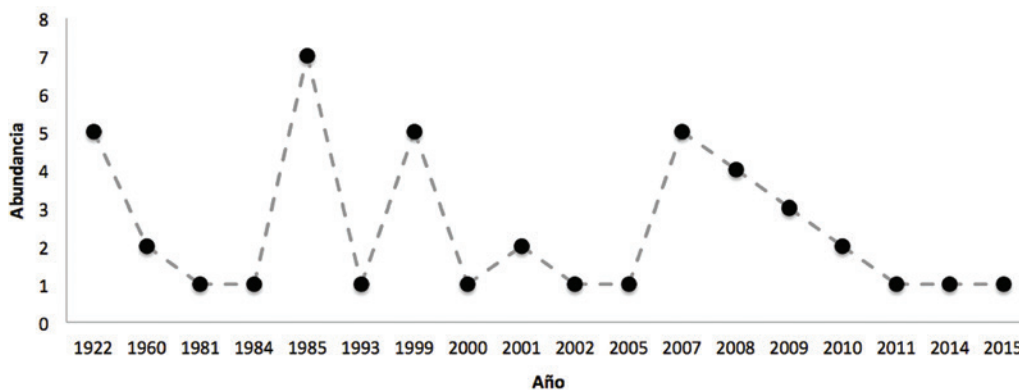


Imagen 1: Registro moluscos invasores en Chile extraído de publicaciones científicas. Se observa un vacío entre los años 1922 y 1960, recién en 1980 se observa un aumento de registros publicados referente a moluscos invasores. Desde el 2000 se observa una tendencia constante de a lo menos un registro anual.

Otros autores como Porter (1926) y Fuentes (1936) se han referido a trabajos bibliográficos o de sistemática de gastrópodos pulmonados terrestres existentes en Chile. Stuardo (1980) realizó una clave tentativa para la identificación de las familias de los moluscos terrestres chilenos y, posteriormente, se agregaron estudios taxonómicos y de distribución (Dautzemberg, 1896; Stuardo y Vega, 1985; Stuardo y Valdovinos, 1985; y Valdovinos, 1999), indicando que las especies introducidas en Chile pertenecían a cinco géneros: *Milax*, *Deroceras*, *Limax*, *Oxichilus* y *Helix*. También Letelier (2012), realizó un diagnóstico del estado del arte sobre la presencia de moluscos terrestres en el Archipiélago de Juan Fernández.

Hasta el año 2015 se han registrado los siguientes moluscos exóticos, los cuales pertenecen a 10 familias:

Moluscos Exóticos Terrestres

Familia Milacidae

- *Milax gagates* (Draparnaud, 1801), primera referencia Odhner, 1922 (Imagen 2).

Familia Agriolimacidae

- *Deroceras reticulatum* (O.F. Müller, 1774), primera referencia Stuardo y Vega 1985 (Imagen 4).

- *Deroceras laeve* (Müller, 1774), primera referencia Stuardo y Vega 1985 (Imagen 5).

Familia Hygromiidae

- *Xerosecta cespitum* (Draparnaud, 1892), primera referencia Letelier y Troncoso, com pers, 2010 (Imagen 6).

- *Candidula intersecta* Poiret, 1801, primera referencia USDA, 2008 (Imagen 7).



Imagen 2: *Milax gagates*. Babosa considerada como plaga hortícola, originaria de Las Islas Canarias, España. En Chile está presente en la ecoregión de bosque templado lluvioso (Bosque Valdiviano) y en Isla Robinson Crusoe e Isla de Pascua.

Fotografía: Alejandra Fabres C.

Imagen 3: Cráter del volcán Rano Kao, Isla de Pascua.

Fotografía: Alejandra Fabres C.





Imagen 4: *Deroceras reticulatum*. Babosa considerada como plaga hortícola, originaria de Europa. En Chile está presente en la ecoregión de bosque templado lluvioso (Bosque Valdiviano), la Región Metropolitana, la Región de Magallanes y en la Isla Robinson Crusoe.
Fotografía: Sergio Letelier.



Imagen 5: *Deroceras laeve*. Babosa considerada como plaga hortícola, originaria de Italia. En Chile está presente en la ecoregión de bosque templado lluvioso (Bosque Valdiviano) e Isla de Pascua.
Fotografía: Sergio Letelier.



Imagen 6: *Xerosecta cespitum*. Caracol de tierra originario de Europa. En Chile se encuentra en la Región del Bío-bío.
Fotografía: Sergio Letelier V.



Imagen 7: *Candidula intersecta*. Caracol de tierra considerado plaga hortícola, originario de Europa del Norte y occidental. En Chile ha sido detectado en exportaciones.
Fotografía: Antonio Elizalde.

Familia Achatinellidae

-*Pacificella variabilis* Odhner, 1922; Sin.: Tornatellinops variabilis (Odhner, 1922), primera referencia Odhner 1922, Cooke y Kondo, 1960.

Familia Arionidae

-*Arion intermedius* (Normand, 1852), primera referencia Cadiz y Gallardo, 2007 (Imagen 8).

Imagen 8: *Arion intermedius*. Babosa considerada plaga hortícola, originaria de Europa Central y Occidental. En Chile se encuentra en la ecoregión de bosque templado lluvioso (Bosque Valdiviano).

Fotografía: Sergio Letelier.



Imagen 9: Especies exótica *Xerosecta cespitum* (Familia: Hygromiidae) encontrada entre la vegetación en el vivero San Sebastián, Llole, V Región. Además esta especie está asilvestrada en la región del BíoBío.

Fotografía: Sergio Letelier V.



Familia Ellobiidae

-*Carychium biondii* Paulucci, 1882, primera referencia SAG com pers, 2011 (Imagen 10).

Familia Helicidae

-*Cornu aspersum* (Müller); Sin: *Helix aspersa* O.F. Müller, 1774 = *Cantareus (Helix) aspersa* (O.F. Müller, 1774), primeras referencias Odhner 1922, Stuardo y Vega, 1985; Naranjo-García y Appleton, 1998 (Imagenes 12 y 20).

-*Otala punctata* (O.F. Müller, 1774), primeras referencias Letelier y Brito com pers, 2001; Araya, 2015 (Imagen 13).

-*Helix omissa* Pfeiffer, 1856, primera referencia Stuardo y Vega, 1985.

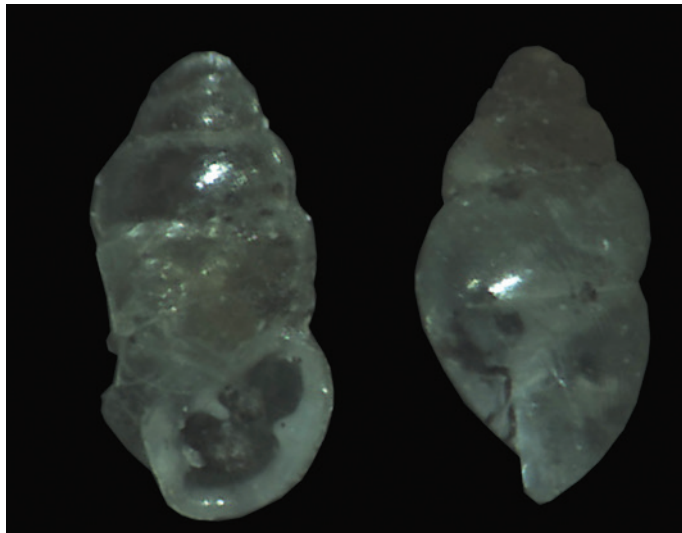


Imagen 10: *Carychium biondii*. Caracol de tierra originario de Italia. En Chile fue detectado en viveros de la Región de Valparaíso.
Fotografía: Alejandra Fabres.



Imagen 11: *Limax flavus* (Familia: Limacidae), es una babosa de gran tamaño y fácil de encontrar en jardines de zona urbana.
Fotografía: Alejandra Fabres.



Imagen 13: *Otala punctata*. Caracol de tierra, considerado plaga hortícola y frutícola. Originario del Mediterráneo Occidental, en Chile hay registro en la Región de Valparaíso.

Fotografía: Sergio Letelier V.

Imagen 12: *Cornu aspersum*. Caracol común de jardín, considerado plaga hortícola y frutícola. Originaria de Europa, pero actualmente es cosmopolita, presente en casi todos los jardines. En Chile está presente desde La Serena hasta Chiloé y en las islas oceánicas del Archipiélago de Juan Fernández (Foto del ambiente urbano, Bahía Cumberland) e Isla de Pascua.

Fotografía: Sergio Letelier V.



Familia Limacidae

-*Limax (Lehmannia) valentianus* Ferussac, 1822; Sin.: *Lehmannia valentiana* (Férussac, 1822), primera referencia Stuardo y Vega 1985 (Imagen 14).

-*Limax (Limax) flavus* Linnaeus, 1758; Sin.: *Limacus flavus* (Linnaeus, 1758), primeras referencias Stuardo y Vega 1985; Letelier com pers, 2006 (Imagen 11 y 15).

-*Limax arborum* Bouchard-Chanteraux, 1837; Sin.: Correspondería a *Lehmannia marginata* Müller, 1774, primera referencia Odhner, 1922 (Imagen 16).

-*Limax (Limax) maximus* Linnaeus, 1758, primeras referencias Letelier y Ramos, 2002; Letelier com pers, 1997, 2016 (Imagen 17).

-*Agriolimax agrestis* Linnaeus, 1758; Sin.: *Deroceas agreste* (Linnaeus, 1758), primera referencia Odhner, 1922 (Imagen 18).



Imagen 14: *Limax (Lehmannia) valentianus*. Babosa originaria de la Península Ibérica e Islas Atlánticas, considerada plaga hortícola. En Chile está presente en la Isla Robinson Crusoe e Isla de Pascua.

Fotografía: Sergio Letelier V.



Imagen 15: *Limax flavus*. Babosa de origen incierto, considerada plaga hortícola. En Chile esta presente desde La Serena hasta Puerto Montt.
Fotografía: Alejandra Fabres



Imagen 17: *Limax maximus*. Babosa leopardo, originaria de Europa central y occidental y el Norte de África. Es considerada plaga hortícola y en Chile esta presente desde Valparaíso hasta Puerto Montt.
Fotografía: Sergio Letelier V.

Familia Punctidae

-*Paralaoma servilis* (Shuttleworth, 1852), primera referencia Kirch et al., 2009 (Imagen 19).

Imagen 19: *Paralaoma servilis*. Caracol terrestre originario de Nueva Zelanda. En Chile está presente en Isla de Pascua.
Fotografía: naturalist.mx, ©Cedric Lee



Imagen 16: *Lehmannia marginata*. Babosa originaria de Europa Central y Oriental, considerada plaga hortícola. En Chile se encuentra en Isla Robinson Crusoe e Isla de Pascua.
Fotografía: ©Jozef Grego / animalbase.uni-goettingen.de



Imagen 18: *Deroceras agreste*. Babosa originaria de Europa, considerada plaga hortícola. En Chile se encuentra en Isla Robinson Crusoe.
Fotografía: Instituto de Historia Natural de Islandia;
Fotógrafo: Erling Ólafsson ©EÓ





Imagen 20: Caracol común de jardín (*Cornu aspersum*). Ejemplares encontrados en la Isla Robinson Crusoe (AJF) comiendo amapola silvestre.
Fotografía: Fernando Baeriswyl.

Familia Zonitidae

-*Oxychilus (Oxychilus) cellarius* (Müller, 1774); Sin.: *Oxychilus cellarius* (Müller, 1774), primera referencia Stuardo y Vega, 1985 (Imagen 21).

-*Oxychilus (Oxychilus) alliarius* (Müller, 1822); Sin.: *Oxychilus alliarius* (J.S. Müller, 1822), primeras referencias Stuardo y Vega 1985; Ministerio del Medio Ambiente, 2012 (Imagen 22).



Imagen 21: *Oxychilus cellarius*. Caracol originario de Europa central y occidental y Mediterráneo occidental. En Chile está presente en la Región Metropolitana y en la Isla Robinson Crusoe.
Fotografía: Sergio Letelier V.



Imagen 22: *Oxychilus alliarius*. Caracol originario del norte de Europa y occidental. En Chile está presente en Isla Robinson Crusoe.
Fotografía: Sergio Letelier V.

A continuación de entrega una lista de moluscos terrestres, que a pesar de no tener registro de ellos en territorio nacional, han sido detectados por David Robinson del Departamento de Agricultura de Estado Unidos (USDA), en exportaciones provenientes desde Chile:

Familia Achatinellidae

-*Tornatellinops variabilis* (Odhner 1922), Odhner 1922, Cooke y Kondo, 1960, Robinson com pers, 2015; USDA collection, USA; Robinson, 1999.

Familia Gastrocoptidae

-*Gastrocopta servilis* (Gould 1852), Kirch et al., 2009; Robinson com pers, 2015; USDA collection, USA; Robinson, 1999 (Imagen 23).

Familia Hygromiidae

-*Ceriuella virgata* (Da Costa, 1778), USDA, 2008b (Imagen 24).

Familia Subulinidae

-*Allopeas clavulinum* (Potiez & Michaud 1838), Kirch et al., 2009; Robinson com pers, 2015; USDA collection, USA; Robinson, 1999 (Imagen 25).

-*Allopeas gracile* (Hutton 1834), Boyko y Cordeiro, 2001; Robinson com pers, 2015; USDA Collection, USA; Robinson, 1999 (Imagen 25).

-*Opeas hannense* (Rang 1831), Robinson com pers, 2015; USDA collection, USA; Robinson, 1999.

Familia Valloniidae

- *Vallonia pulchella* (Müller, 1774), Robinson com pers, 2015; USDA collection, USA; Robinson, 1999.



Imagen 25: Ejemplares de *Allopeas* sp. (Familia Subulinidae). Caracol terrestre encontrado en exportaciones provenientes de Chile.

Fotografía: Sergio Letellier V.

Moluscos Exóticos Dulceacuícolas

La revisión bibliográfica de González y Möller (2008) indican que, de la literatura sobre moluscos dulceacuícolas chilenos, se recopilaron un total de 160 documentos, de los cuales el 3,8% corresponden a libros y capítulos de libros, un 88,8% a publicaciones en revistas científicas y un 7,5% a otros. Además, se aprecia un aumento notable en la producción científica a partir de la década de 1980.



Imagen 23: *Gastrocopta servilis*. Caracol terrestre, originario de Centro América.

Fotografía: bornanlandsnails.myspecies.info / © Liew, Thor-Seng



Imagen 24: *Ceriuella virgata*. Caracol terrestre originario de Europa.

Fotografía: villenatura.blogspot.cl

El registro de moluscos dulceacuícolas exóticos hasta 2015 para Chile sería:

Familia Ampullariidae

- *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822), primer registro Letellier y Soto-Acuña, 2008 (Imagen 26, 27 y 28) (Letellier et al., 2016).

- *Pomacea bridgesii* (Reeve, 1856), primer registro Letellier et al., 2007 (En acuario) (Imagen 29 y 30).



Imagen 26: *Pomacea canaliculata*. Caracol manzana de agua dulce, originario de América del Sur (Uruguay, Argentina), considerado uno de los 100 animales invasores más peligrosos. En Chile se encuentra presente en Los Vilos, Región de Coquimbo.
Fotografía: Sergio Letellier V.



Imagen 27: Posturas de *Pomacea canaliculata* en vegetación.
Fotografía: Sergio Letellier V.



Imagen 28: *Pomacea canaliculata*
Fotografía: Sergio Letellier V.



Imagen 29: *Pomacea bridgesii*. Caracol manzana de agua dulce, nativo de la cuenca del Amazonas. En Chile está presente en acuarios.
Fotografía: Antonio Elizalde.



Imagen 30: *Pomacea bridgesii*.
Abertura opercular.
Fotografía: Antonio Elizalde.

Imagen 31: Laguna Conchalí, Región de Coquimbo



Familia Physiidae

-*Physa acuta* (Draparnaud, 1805), primer registro Collado, 2016 (Imagen 32).

Familia Planorbidae

-*Biomphalaria* sp. Preston, 1910, Letelier et al., 2007 (En acuario) (Imagen 33).

Familia Tateidae

-*Potamopyrgus antipodarum* J. E. Gray, 1843, primer registro Collado, 2014 (Imagen 34).

Familia Thiariidae

-*Melanooides maculata* Born, 1780, primer registro Letelier et al., 2007.

-*Melanooides tuberculata* (Müller, 1774), primer registro Letelier et al., 2007; Olivarez & Cálvez, 2008 (Imagen 35).

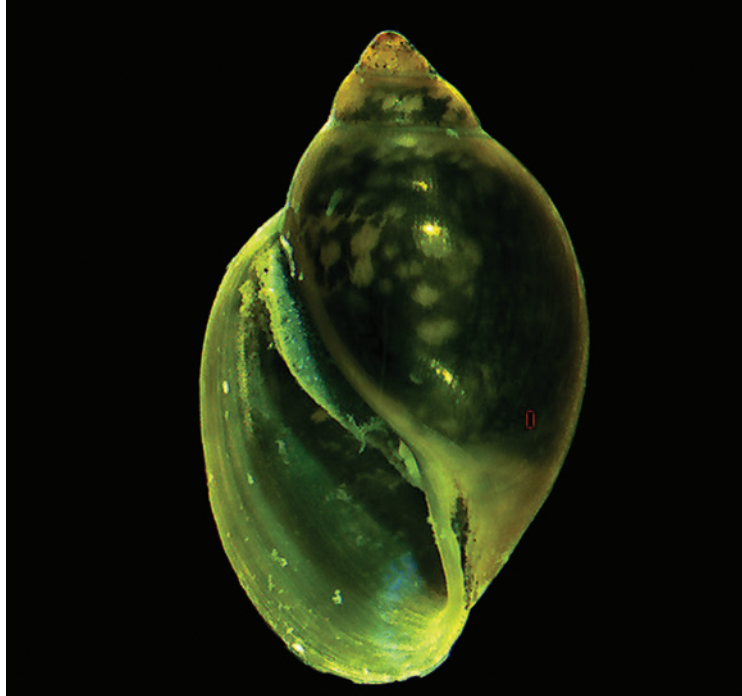


Imagen 32: *Physa acuta*. Caracol de agua dulce. Se descubrió su presencia en Chile recientemente en la Región Metropolitana.

Fotografía: Gonzalo Collado.



Imagen 34: *Potamopyrgus antipodarum*. Caracol nativo de Nueva Zelanda, en Chile está presente en la Región de Coquimbo y en la Región Metropolitana

Fotografía: Gonzalo Collado.



Imagen 33: *Biomphalaria* sp.

Fotografía: Alejandra Fabres.



Imagen 35: *Melanooides tuberculata*. Caracol de agua dulce nativo del sur de Asia. En Chile está presente en acuarios y en la Región de Tarapacá.

Fotografía: Antonio Elizalde.

Consideraciones finales

La especial posición de Chile en el borde sur occidental de América del Sur, separado de Argentina y Bolivia por las altas cumbres de la Cordillera de los Andes y del Perú por la zona desértica, contribuyen al aislamiento geográfico del país y a las características especiales de su biota, así como al endemismo de su fauna. Sin embargo, los resultados de este estudio dan cuenta de nuevas especies introducidas al país a pesar de las barreras geográficas existentes.

De los datos obtenidos durante los últimos años, se observa un notable incremento en la información publicada sobre moluscos presentes e interceptados. Para algunos de ellos no existen datos de referencia y sistemáticos, que indiquen su origen o vía de introducción. Esta condición los deja catalogados como especies de carácter criptogénico o de origen incierto. No obstante, la mayor fuente de ingreso de especies exóticas se realiza en forma accidental o involuntaria, a través del transporte de insumos agrícolas, plantas y materiales afines.

Muchas de estas especies, especialmente *Derocerasreticulatum* y el caracol *Cornu aspersum* se han establecido en jardines, parques, áreas agrícolas e incluso en ocasiones fuera de su hábitat natural. Ellos constituyen plagas de importancia en horticultura (ornamental y productiva) en muchas partes del mundo (Barker, 1982).

Algunos aspectos de la introducción intencionada o no, de especies exóticas o no nativas de moluscos terrestres, en los diferentes países en los cuales se han naturalizado, pueden ser una alternativa económica. Tal es el caso de *Cornu aspersum*, dada la alta demanda que tiene este recurso a nivel mundial, gastronómica y cosmetológicamente, especialmente en países de Europa Occidental. Esta actividad productiva se define como helicicultura, es decir, la zootecnia que estudia la cría del caracol de tierra. El nombre surge del término *Helix*, debido a que las especies más conocidas que se comenzaron a criar pertenecían a dicho género (*Cornu aspersum*, *H. pomatia*, *H. aperta* y *H. lucorum*), de las cuales solo se registra *H. aspersa* para Chile.

Algo de historia:

El hombre primitivo, desde el Paleolítico ha consumido caracoles. Se han encontrado acúmulos de caparazones de helícidos en grutas del norte de África, en montículos llamados “escargotiers” de 10 a 200 metros de largo por 1,5 m de altura, constituidos por restos de *Helix aspersa*, *H. melanostoma*, *H. constantina* y *H. alba*. En general, por los registros arqueológicos, este tipo de moluscos constituyeron la base de la alimentación de antiguas civilizaciones. Falta alguna referencia en lo que se refiere a estos registros arqueológicos.

Según datos de cultivadores uruguayos, la Helicicultura como tal comenzó en la antigua Roma; siendo Fulvius Hirpinus el primero en establecer una granja helicícola, denominada *Cochlearium vivaria*, hace aproximadamente 2000 años. Hirpinus estableció los primeros criterios de cultivo de caracoles terrestres en cautiverio, condiciones que permitieron establecer a

este caracol después de algunas centurias en los hábitos gastronómicos de franceses, alemanes y españoles. La importancia de este recurso ha radicado, no sólo en el carácter nutricional, gourmet, sino que también en la farmacopea, pues se le utilizaba en contener hemorragias y presenta una acción eficaz en la hidropesía, contra la gota y hasta podía curar la hernia (Miguel, 2011).

En la actualidad se utiliza la “baba” del caracol en el tratamiento de afecciones a la piel. En Chile, la helicicultura es una actividad incipiente, a pesar de que *Cornu aspersum* lleva varios siglos presente en el país. En parte por vía de la recolección manual en ambientes hortícolas, y particularmente en plantaciones de cítricos y paltos, es posible contribuir a la comercialización de este producto y a la disminución del número de ejemplares, minimizando así el impacto de esta especie en la producción frutícola (Imagen 36 y 37).



Imagen 36: Cultivo de caracoles terrestres, *Cornu aspersum*.

Fotografía: Andrea Rebolledo U.



Imagen 37: Acercamiento, cultivo de caracoles terrestres, *Cornu aspersum*.

Fotografía: Andrea Rebolledo U.

Si bien hay otras especies de helícidos de interés comercial, la introducción de éstos al país no es recomendable, debido a la agresividad que presentan como especies invasoras. Por este motivo es necesario que pasen, previamente, por un estudio de impacto, antes de su aprobación en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) del Gobierno de Chile.

Los estudios sistemáticos sobre la genética y ecología de esta especie presente en Chile continental e insular, son más bien escasos.

Sin embargo, la infestación a nivel de viveros, puede derivar tanto de especies nativas como de introducidas y establecidas naturalizadas.

Las babosas constituyen un grupo perjudicial desde el punto de vista económico, ya que incidentalmente *D. panormitanum* tiene gran presencia en viveros. A ella le sigue *D. reticulatum* en sectores más húmedos; *Limax maximus* presenta bajas densidades poblacionales. Según Barker (1979), en Nueva Zelanda las especies de babosas introducidas y las nativas ocupan lugares totalmente diferentes. Las nativas están en las zonas boscosas no intervenidas y las introducidas ocupan hábitats modificados, patrón que se observa con otras especies invasoras. Incluso se han recolectado babosas en pastos mejorados

del altiplano del Perú, entre estas a *Milax gagates*, *Derocera reticulatus* y *D. laeve*. Es importante hacer notar que existe un comercio bilateral entre numerosos países, entre ellos Nueva Zelanda en la región de la puna para proyectos agrícolas (Barker & Pottinger, 1983). Se debe hacer notar que *Deroceras reticulatum* se alimenta de una amplia variedad de alimentos tanto en cautividad como libre, y tiene una amplia distribución en ambientes templados. En Nueva Zelanda es común observarlas en las empastadas y en las legumbres (Barker *et al*, 1983).

Gran parte de los caracoles terrestres que son causa de grandes daños en la agricultura con efectos económicos, tienen en común haber llegado accidentalmente a un lugar. A pesar de tener su origen en lugares muy distantes, lograron establecer abundantes poblaciones muy rápidamente y naturalizarse muy bien en los nuevos ambientes.

Se constata un aumento en el número de especies de moluscos terrestres presentes para Chile, si se considera sólo las fuentes bibliográficas, así como la introducción de una nueva especie probablemente ya naturalizada. Lo cual derivaría del considerable aumento en el intercambio comercial entre distintas zonas bioclimáticas, y los desplazamientos humanos hacia zonas prístinas.

Actualmente en Chile existe un control para la especie *Pomacea canaliculata*, a través del proyecto "Control de la especie exótica *Pomacea canaliculata* en Laguna Conchalí", RCA resolución N° 0123 del año 2012 evaluada por el Servicio de Evaluación Ambiental de Chile. Este proyecto intenta prevenir la propagación de estos moluscos de agua dulce a otros ecosistemas acuáticos del país, a través de monitores y extracciones de ejemplares y posturas.

Referencias bibliográficas

Araya, J. F. 2015. Current status of the non-indigenous molluscs in Chile, with the first record of *Otala punctata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Helicidae) in the country and new records for *Cornu aspersum* (Müller, 1774) and *Deroceras laeve* (Müller, 1774). Journal of Natural History. 1-31 pp.

Barker, G.M. 1979. The introduced slugs of New Zealand (Gastropoda:Pulmonata). New Zealand Journal of Zoology, 6: 411 - 437.

Barker, G. M. 1982. Notes on the introduced terrestrial pulmonata (Gastropoda: Mollusca) of New Zealand. J. Moll Stud. 48: 174-181.

Barker G. M. & Pottinger R.P. 1983. A survey of slugs and snails in ornamental plant production nurseries. Proc.Weed and Pest Control Conf.

Barker, G.M., B.E. Willoughby and R.P.Pottinger 1983. Feeding by slugs on some pasture plant species: Laboratory experiments. Proceedings of the 36th N.Z. Weed and Pest Control Conference: 207-211.

Barker, G.M. 1992. Naturalised Terrestrial Molluscs in New Zealand origins and establishment. Proceedings of the Annual Conference of the Entomological Society of New Zealand 41: 54-62.

Boyko, C. B., y J. R. Cordeiro. 2001. The terrestrial Mollusca of Easter Island (Gastropoda, Pulmonata). BASTERIA-LISSE-, 65(1/3), 17-26.

Cadiz, F. J. y C. S. Gallardo. 2007. *Arion intermedius* (Gastropoda: Stylommatophora); first record of this introduced slug in Chile, with notes on its anatomy and natural history. Revista Chilena de Historia Natural, 80(1), 99-108.

Carlton, J.T. 1996. Biological invasions and cryptogenic species. Ecology 77 (6): 1653-1655.

Collado, G. A. 2014. Out of New Zealand: molecular identification of the highly invasive freshwater mollusk *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) in South America. Zoological Studies, 53:70, 1-9.

Collado, G. A. 2016. Invasión críptica en Chile: identificación molecular del caracol de agua dulce *Physa acuta* (Gastropoda: Pulmonata: Hygrophila). 2do Congreso Argentino de Malacología. Mendoza, Argentina.

Cooke, C. y Y. Kondo. 1960. Revision of Tornatellinidae and Achatinellidae (Gastropoda, Pulmonata). Bernice P. Bishop Museum Bulletin, 221: 1-303.

Dautzemberg, P. 1896. Liste de mollusques du Chili. Actes de la Societé Scientifique du Chili. Tomo VI, 1896. Pp LXIV – LXVII.

Di Castri, F. y E.R. Hayek. 1976. Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica, Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile; France, A.

Fuentes, A. L. 1936. Gasterópodos pulmonados de Chile e introducidos. Memoria para optar al título de Profesora de Estado en la asignatura de Ciencias Biológicas y Químicas, Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, Universidad de Chile, Santiago de Chile.

González, R., P. Arretz y L Campos. 1973. Catálogo de las plagas agrícolas de Chile. Publicaciones en Ciencias Agrícolas 2, Fac. de Agronomía, Universidad de Chile. 68 pp.

González M & P Möller. 2008. Bibliografía sobre moluscos dulceacuícolas nativos de Chile. Gestión Ambiental 15:67-76. Publicación Latindex, Biosi.

Kirch, P. V., C. C. Christensen y D. W. Steadman. 2009. Subfossil Land Snails from Easter Island, Including *Hotumatua anakenana*, New Genus and Species (Pulmonata: Achatinellidae). Pacific Science, 63(1), 105-122.

Lataste, F. 1896 *Helix pulchela* en las viñas de Linderos. Actes de la Societé Scientifique du Chili. Tomo 6:1-84.

Letelier, S. y M. Ramos. 2002. Moluscos terrestres y de aguas continentales de la expedición Iniciativa Darwin (1998-1999), Región de Aysén, Zona Austral de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 51:185-195.

Letelier, S., A. Ramos y L. Huaquin. 2007. Moluscos exóticos dulceacuícolas en Chile. Revista Mexicana de Biodiversidad, 78: 11S-13S [Suplemento].

Letelier, S. y S. Soto-Acuña. 2008. Registro preliminar de *Pomacea* sp (Ampullariidae, Gastropoda), molusco exótico, en laguna Conchalí, Los Vilos, Sitio Ramsar (31°52'20.25"S; 71°29'51.93"O). Boletín Amici Molluscarum, 16: 8-10.

Letelier, S. 2012. Diagnóstico del estado del arte referido a la presencia de macroinvertebrados, (moluscos gasterópodos terrestres), nativos y exóticos en el Archipiélago Juan Fernández, Región de Valparaíso.

<http://gefespeciesinvasoras.cl/category/publicaciones/>

Letelier S, Rebolledo A, Baez P, Fabres A, Acuna SS, Jackson D, Mansilla P, Collado GA. 2016. The highly invasive freshwater apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) in Northern Chile: morphological and molecular confirmation. Journal of Zoology Studies. 2016; 3(5): 119-128.

Lozada, E. & C. Osorio. 1995. Mollusca. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, A Spotorno & E Lozada (eds) Diversidad biológica de Chile: 148-155. Comité Nacional de Diversidad Biológica, Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago, Chile.
Miguel. 2011. Helicicultura en Uruguay. Recuperado de
<http://caracolesuruguay.blogspot.cl/2011/04/actualizacion-sobre-cria-del-caracol-en.html>

Ministerio del Medio Ambiente (Ct.). Inventario nacional de especies de Chile.
Recuperado de:

http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/webCiudadana_Busqueda.aspx?cx=010884267946229321636%3Aoo8i2-smaa4&cof=FORID%3A10&q=Buscador+general

Naranjo-García, E. y C. Appleton. 1998. Dos nuevos registros de moluscos terrestres introducidos en la Isla de Pascua, Chile. *Biociencias*, 6(2): 119-124.

Odhner, N. 1922. Mollusca from Juan Fernández and Easter Island. In: Skottsberg, C. (ed) *The Natural History of Juan Fernández and Easter Island*. Uppsala: Almqvist & Wiksells. Zoology. Vol. 3. Part 2: 219-225.

Olivares L. y O. Gálvez. 2008. Registro de la especie exótica *Melanooides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia, Thiaridae) en la región de Tarapacá. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 57: 155-160.

Philippi, R.A. 1855. Observaciones sobre las especies del género *Helix*. *Anales de la Universidad de Chile*: 213-217.

Philippi, R.A. 1855. Zoología, sobre los animales introducidos en Chile desde su conquista por los españoles. *Anales de la Universidad de Chile* 17: 319-335.

Porter, C. 1926. Los estudios malacológicos en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 30: 26-39.

Reiche, C. 1903. La Isla de la Mocha. En *Anales del Museo Nacional*, 16.

Robinson, D. G. 1999. Alien invasions: the effects of the global economy on non-marine gastropod introductions into the United States. *Malacologia-Philadelphia*, 41(2), 413-438.

Stuardo, J. 1980. Clave tentativa para la identificación de familias de moluscos terrestres chilenos. *Comunicaciones, Sociedad Chilena de Malacología*, 2: 18-25.

Stuardo, J. & R. Vega. 1985. Synopsis of the Land Mollusca of Chile. With Remarks on Distribution. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 20(3): 125-146.

Stuardo, J. & C. Valdovinos. 1985. A synonymic list of Chilean bulimulids (Mollusca: Pulmonata). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*. 1985; 56:55-58.

United States Department of Agriculture (USDA). 2008a. New Pest Response Guidelines. Temperate Terrestrial Gastropods. [https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/emergency/downloads/nprg_temp_terr_gastro.pdf]

United States Department of Agriculture (USDA). 2008b. Port of Tacoma *Cernuella virgate* (C. virgate) Eradication Program in Pierce County, Washington. [https://www.aphis.usda.gov/plant_health/ea/downloads/tacoma_snails_ea6-30-98.pdf]

Valdovinos, C. 1999. Biodiversidad de moluscos chilenos: Base de datos taxonómica y distribucional. *Gayana Zoología*, 63(2):111-164.

Referencias bibliográficas de imágenes

Imagen 16: *Lehmannia marginata*. ©Jozef Grego / animalbase.uni-goettingen.de

Imagen 18: *Deroceras agreste* o *Agriolimax agrestis*. Instituto de historia Natural de Islandia; Fotógrafo: Erling Ólafsson ©EÓ.

Imagen 19: *Paralaoma servilis*. naturalist.mx, ©Cedric Lee.

Imagen 23: *Gastropcopta servilis*. bornanlandsnails.myspecies.info / © Liew, Thor-Seng.

Imagen 24: *Cerņuella virgata*. villenatura.blogspot.cl.





CAPÍTULO 3

Moluscos marinos introducidos en las costas de Chile

Agrupación de cholgas (*Aulacomya atra*)
Concepción, Región del Bío-Bío.
Fotografía: Alejandra Fabres.

Moluscos marinos introducidos en Chile

Pedro Báez, Sergio Letelier, Andrea Rebolledo y Alejandra Fabres

Sociedad Malacológica de Chile, SMACH

Es probable que la introducción de moluscos marinos en aguas del sur de Chile se haya iniciado con algunos organismos acarreados desde Europa, adheridos al casco de los buques en el viaje de Hernando de Magallanes “en su travesía por el primitivamente bautizado Estrecho de las Once Mil Vírgenes, o de los Patagones, y posteriormente de Magallanes” (Basulto, 2014; tomado de Pigafetta, 1525), al encontrar el paso entre el océano Atlántico y el denominado Pacífico por Hernando de Magallanes en 1520. Tal podría haber sido la situación del mejillón *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck 1819), actualmente presente en la costa de la bahía de Concepción y erróneamente confundido durante mucho tiempo con *Mytilus chilensis* (Hupe 1854) (Tarifeño *et al.*, 2012). Aun cuando se ha estimado que, los mejillones del hemisferio sur, emergieron a través de dos eventos migratorios procedentes desde el hemisferio norte por la vía de una ruta Atlántica, una durante el Pleistoceno y otra más reciente (Hilbish *et al.*, 2000). Aunque más remota, si se tiene en consideración las temperaturas más frías de las aguas de la Corriente de Humboldt, podría haber sido la introducción de moluscos desde el norte, con el arribo a Valparaíso del buque español “Santiaguillo”, construido en Nicaragua y que zarpó desde el Callao hacia Chile para servir de apoyo a la Expedición de Diego de Almagro en 1536 (Basulto, Op. Cit.).

Los primeros intentos de introducir moluscos marinos en aguas de Chile comenzaron con el desarrollo de iniciativas de cultivos de ostras y mitílidos a partir de 1960, fecha en que como consecuencia del terremoto y maremoto ocurridos ese año, el desembarque de ostras nativas resultó ser de sólo seis toneladas comparado con las 220 obtenidas en 1959. Sin embargo, sólo en 1967 nació oficialmente la acuicultura comercial de moluscos y en 1977 la ostra del Pacífico fue introducida definitivamente. Fundación Chile y la Universidad del Norte realizaron los primeros ensayos de aclimatación de esta ostra, y en 1985 se iniciaron las exportaciones de esta ostra introducida. En 1992 la SUBPESCA autorizó la introducción del cultivo de abalón rojo en el mar, en condiciones de confinamiento, para la región zoogeográfica comprendida entre los paralelos 41° 30' y 46° 00' L.S. (Basulto, 2003). Las primeras consideraciones científicas respecto a

los riesgos y consecuencias que pudiera acarrear la introducción de otras especies acuáticas en aguas de Chile, y que pudieran afectar a las especies introducidas para fines de cultivos comerciales, comenzó con el estudio iniciado en 1996 financiado por la SUBPESCA y realizado por Fundación Chile en torno a la introducción de especies ornamentales. De ese estudio se pudo determinar que los riesgos y efectos detectados en la actividad nacional eran, en cierto modo, reflejo de la situación internacional en lo que se refiere a las importaciones, cultivos y ventas. Entre los riesgos se indicó el ingreso de otras especies en lugar de las especificadas en la nómina de importación. Esto debido a un posible desconocimiento de las especies importadas o un deficiente conocimiento taxonómico que pudiera dificultar la correcta determinación de los ejemplares importados que ingresan al país. El potencial escape e ingreso de estas especies en los cuerpos de agua natural, generalmente es facilitado por la vía antrópica, especialmente por despreocupación o desconocimiento de los dueños de acuarios caseros en relación al potencial daño que ejemplares de estas especies pudieran ocasionar al ser liberados a los cursos de agua naturales del país. Por último, las especies ornamentales introducidas pudieran ser vectores para la introducción de enfermedades o patógenos y parásitos provenientes de otros países, con la consiguiente alteración de los sistemas acuáticos. Entre los efectos potenciales señalados en ese estudio se mencionó la depredación directa sobre los recursos nativos, las modificaciones de alteración de los sistemas de ambientes acuáticos naturales, la competencia por recursos alimenticios y sobrepoblación de las especies foráneas por reproducción satisfactoria y mejor reclutamiento de éstas en los ambientes colonizados, al ser liberados los especímenes al medio ambiente natural chileno. De esa extensa revisión se pudo advertir que habría ingresado a Chile hasta esa fecha y para fines ornamentales solamente una especie de gastrópodo marino del género *Astraea* (Alvial *et al.*, 1998).

En términos generales, entre las principales razones y actividades que facilitan el traslado y asentamiento de algas e invertebrados, y entre estos últimos los moluscos, se han mencionado las siguientes: la acuicultura, la mantención de especies acuáticas ornamentales, el traslado de especies para investigaciones científicas, los controles biológicos, los deportes náuticos y la pesca deportiva, el transporte de material vivo para exhibiciones, el “fouling” de las embarcaciones, el aseo deficiente de los aparejos de pesca y las “aguas de lastre”.

Moluscos exóticos introducido por la acuicultura en Chile.

A modo de síntesis, hasta la fecha se han introducido en Chile especies de las siguientes familias de moluscos marinos para la acuicultura (Castilla & Neill, 2009):

Familia Haliotidae

-*Haliotis rufescens* Swainson, 1822, primer registro Owen *et al.*, 1984 (Imagen 38).

-*Haliotis discus hannai* Ino, 1953, primer registro Owen *et al.*, 1984 (Imagen 39).



Imagen 38: *Haliotis rufescens*, parte de la colección Traverso de SMACH. Comúnmente conocido como Abalón rojo, originario de la Costa Oeste de Estados Unidos.
Fotografía: Sergio Letelier V.

Familia Ostreidae

- *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), primer registro Valdovinos C., 1999 (Imagen 40).

Familia Pectinidae

- *Pecten maximus* (Linnaeus, 1758), primer registro Valdovinos C., 1999 (Imagen 41).



Imagen 41: *Pecten maximus*. Conocida como Vieira, ostión de Europa.
Fotografía: Jan Delsing / biolib.cz

Moluscos exóticos introducidos como especies ornamentales

Familia Aplisiidae

- *Aplysia dactylomela* S. Rang, 1828 (Imagen 42).



Imagen 39: *Haliotis discus hannai*. Comúnmente conocido como Abalón verde, originario de la costa del Este de Asia.

Fotografía: Jan Delsing / biolib.cz



Imagen 40: *Crassostrea gigas*, parte de la colección Traverso de SMACH. Ostra del Pacífico, ostra nativa de Japón.

Fotografía: Sergio Letelier V.

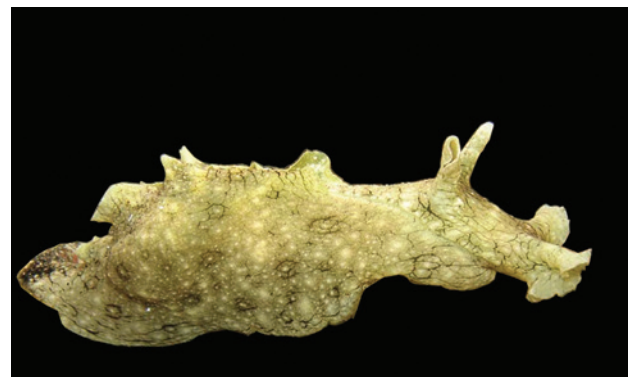


Imagen 42: *Aplysia dactylomela*, conocida también por liebre de mar.

Fotografía: Philibert Bidgrain; recuperada de Seaslug

Familia Ovulidae

-*Cyphoma gibbosum* (Linnaeus, 1798) (Imagen 43).

Familia Turbinidae

-*Lithopoma tectum* (Lightfoot, 1786) (Imagen 44).

-*Turbo fluctuosa* Wood, 1828 (Imagen 45).

Familia Cerithiidae

-*Cerithium litteratum* (Born, 1778) (Imagen 46).

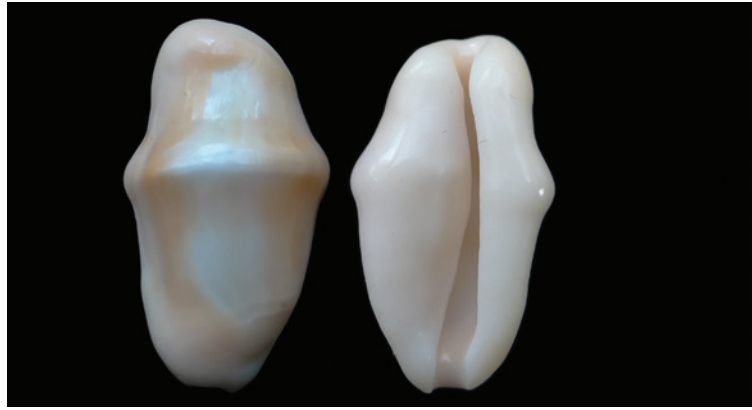


Imagen 43: *Cyphoma gibbosum*. Conocida como Lengua de flamingo.

Fotografía: Sergio Letelier V.



Imagen 44: *Lithopoma tectum*. Conocido como caracol estrella.

Fotografía: Sergio Letelier.



Imagen 45: *Turbo fluctuosa*. Conocido como caracol turbo.

Fotografía: Sergio Letelier.

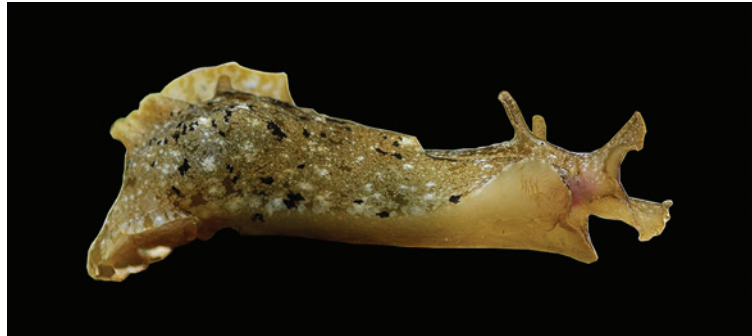


Imagen 46: *Cerithium litteratum*. Conocido como caracol manchado.

Fotografía: Sergio Letelier V.

Imagen 47: *Aplysia juliana*. Conocida como chanchito de mar por su gran tamaño. Se distribuye desde la costa del Pacífico de México hasta Perú.

Fotografía: Philibert Bidgrain; recuperada de Seaslug.



Estas especies junto con *Astraea* sp. (Alvial *et al.*, 1998), han sido importadas como especies ornamentales (Tytler, 2010) y poco se sabe sobre regulaciones en estos caracoles.

Moluscos exóticos introducidos durante fenómeno del Niño (ENSO)

Familia Aplysiidae

-*Aplysia juliana* Quoy and Gaimard, 1832, primer registro Soto, R., 1985 y Tomacic, J., 1985 (Imagen 47).

Familia Ranellidae

-*Linatella wiegmanni* o *Monoplex wiegmanni* (Anton, 1838) (taxonomía dudosa), primer registro Castilla et al., 2005 (Imagen 48).

-*Monoplex keenae* (Beu, 1970), primer registro Ashton et al., 2008.

Moluscos exóticos introducidos por aguas de lastre o fouling

Familia Mytilidae

-*Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Imagen 49).

-*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, primer registro Daguin & Borsa, 2000 (Imagen 50).



Imagen 49: *Perna perna* (Mejillón de Roca).

Fotografía: Sergio Letelier V.



Imagen 48: *Monoplex wiegmanni*. Caracol tritón, cuya distribución se extiende desde Baja California hasta el sur de Perú.

Fotografía: Sergio Letelier V.

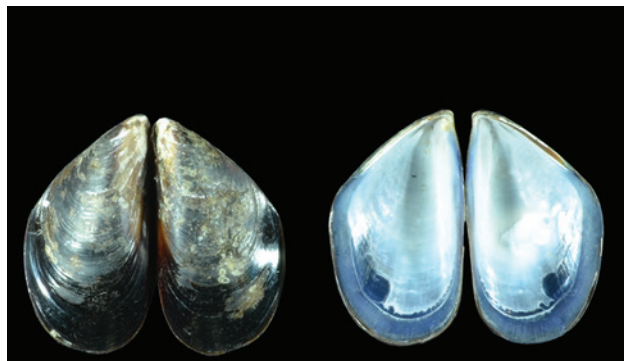


Imagen 50: *Mytilus galloprovincialis*, parte de la colección Traverso de SMACH. Mejillón mediterráneo, originario del mar Mediterráneo.

Fotografía: Sergio Letelier V.

Se estima que *Perna perna* fue acarreado en aguas de lastre o por el “fouling” de embarcaciones más recientes, como podría ser también la situación alternativa causante de la introducción de *M. galloprovincialis* (Imagen 49 y 50).

Consideraciones finales

Durante el verano del 2016 y 2017 se detectó en las playas de la zona central de Chile, específicamente en Santo Domingo y en Quintay, la presencia de la medusa *Physalia physalis*, comúnmente conocida como Fragata portuguesa. La presencia de este cnidario permite apreciar que se están produciendo cambios locales en las características de la columna de agua, que pueden favorecer la introducción en los ecosistemas costeros de otras especies exóticas, incluidos los moluscos exóticos. Otros fenómenos como lo han sido los grandes incendios, ocurridos en el verano del 2017, tendrán sin duda, efectos de modificación sobre las características de los sedimentos de los ecosistemas estuarinos y marinos en sectores cercanos a la des-

embocadura de los ríos. Esto debido a la poca retención de sedimentos que provocará la falta de vegetación debida a las grandes quemazones. Las alteraciones producidas aumentarán el caudal de los sedimentos, por cuanto los suelos no podrán retener estos sedimentos en su lugar de origen por la falta de vegetación, aumentando la erosión en ellos. Este acarreo de sedimentos, invisible para nuestro diario vivir, debido a que se reflejará en el fondo de los cursos de agua de ríos y esteros, producirán finalmente alteraciones y cambios faunísticos en el hábitat bentónico del fondo marino y, por consiguiente, podrían favorecer el asentamiento de especies de moluscos exóticos que aún no han sido detectados.

Referencias bibliográficas

- Alvial, A., Jelvez, C., Báez, P., Rautenberg, K. & M. Baeza. 1998. Investigación, diseño de estrategias para la importación de especies ornamentales. Fundación Chile. 265 pp.
- Ashton, T., J. M. Riascos & A. Pacheco. 2008. First record of *Cymatium keenae* Beu, 1970 (Mollusca: Ranellidae) from Antofagasta Bay, northern Chile, in connection with El Niño events. *Helgoland Marine Research*, 62 (Suppl 1): S107-S110.
- Basulto Del C., S. 2003. "El largo viaje de los salmones" Una crónica olvidada. Propagación y cultivo de especies acuáticas en Chile". Maval Ltda., Chile. 300 págs.
- Basulto, S. 2014. Noticias Pesqueras de cinco siglos Chile (1520-2000). Santiago, Ocho Libros Editores 1ra. Edición 512 pp. /Ilus.
- Castilla, J. C., M. N. Uribe, N. Bahamonde, M. Clarke, R. Desqueyroux-Faúndez, I. Kong, H. Moyano, N. Rozbaczylo, B. Santelices, C. Valdovinos & P. Zavala. 2005. Down under the southeastern Pacific: marine non-indigenous species in Chile. *Biological Invasions* 7: 213-232.
- Castilla, JC & PE Neill. 2009. Marine Bioinvasions in the Southeastern Pacific status, ecology, economic impacts, conservation and management. In: Rilov G & JA Crooks (eds.) *marine Bioinvasions: ecology, conservation, and management perspectives*, pp. 439-457. Springer-Verlag, Berlin.
- Daguin, C. & P. Borsa. 2000. Genetic relationships of *Mytilus galloprovincialis* Lmk. populations worldwide: evidence from nuclear -DNA markers. Crame A, Harper E, Taylor J, editors. *Bivalve systematics and evolution*. Geological Society of London Special Publications, p. 389-397.
- Hilbish T., A. Mullinax, S.I. Dolven, A. Meyer, R-K-Koehn & P.D. Rawson. 2000. Origin of the antitropical distribution pattern in marine mussels (*Mytilus* spp): routes and timing of transequatorial migration. *Marine Biology* 136: 69-77.
- Owen, B., L. Disalvo, E. Ebert, & E. Fonck. 1984. Culture of the California red abalone *Haliotis rufescens* Swainson (1822) in Chile. *Veliger*, 27, 101-105.
- Soto, R. 1985. Efectos del fenómeno El Niño 1982-83 en ecosistemas de la I Región. *Investigaciones Pesqueras (Chile)*, 32, 199-206.
- Tarifeño, E. Galleguillos, R., Llanos-Rivera, A., Arriagada, D., ferrada, S., Canales-Aguirre, C., & m. Seguel. 2012. Erroneous identification of the mussel, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck 18199 as the specie, *Mytilus chilensis* (Hupe 1854) in the bay of Concepcion, Chile. *Gayana* 76(2): 167-172 Comunicación breve.
- Tomicic, J. J. 1985. Efectos del fenómeno El Niño 1982-83 en las comunidades litorales de la península de Mejillones. *Investigaciones Pesqueras (Chile)*, 32, 209-213.
- Tytler, B. 2010. Evaluación del estado de la introducción de especies exóticas acuáticas con fines ornamentales en el período 2002-2007. Memoria de Título para optar al título profesional de Biólogo Marino. U. de Valparaíso fac. de Cs. del Mar y de Recursos Naturales.
- Valdovinos, C. 1999. Biodiversidad de moluscos chilenos: base de datos taxonómica y distribucional. *Gayana*. 63:111-164.

Referencias bibliográficas de imágenes

Imagen 39: *Haliotis discus hannai*. Jan Delsing/ *biolib.cz*.

Imagen 41: *Pecten maximus*. Jan Delsing/ *biolib.cz*.

Imagen 42: *Aplysia dactylomela*. Seaslugs (2006). Philibert Bidgrain. Recuperado de http://seaslugs.free.fr/nudibranche/a_intro.htm.

Imagen 47: *Aplysia juliana*. Seaslugs (2006). Philibert Bidgrain. Recuperado de http://seaslugs.free.fr/nudibranche/a_intro.htm.

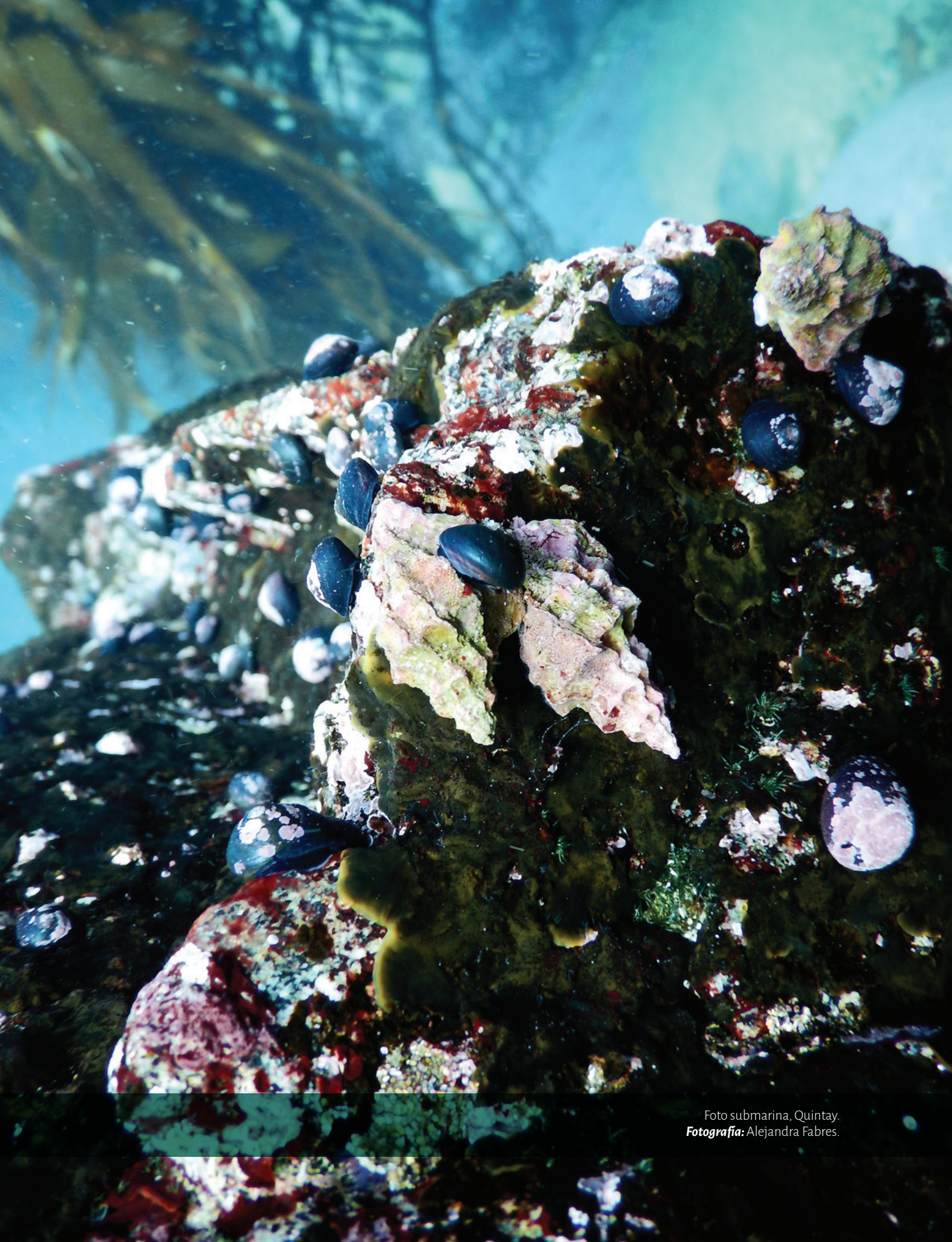


Foto submarina, Quintay.
Fotografía: Alejandra Fabres.



CAPÍTULO 4

Especies de
bivalvos invasores
y sus efectos en
ambientes de agua
dulce

Barranca de Piche, Sector Alhué,
Región Metropolitana **Fotografía:** Alejandra Fabres.

Moluscos bivalvos exóticos de agua dulce

Gustavo Darrigran^{1,2} & Francisco Bre¹

Resumen

Todas las especies modifican de forma natural su distribución a lo largo del tiempo, sin embargo los efectos del cambio global y la globalización del comercio han incrementado en la biosfera en gran medida la tasa y la escala espacial de estos cambios, incrementando así los sucesos de invasiones biológicas. Las especies invasoras se caracterizan por presentar, entre otros, una gran capacidad adaptativa-reproductiva y pueden actuar como ingenieros de ecosistemas, alterando la estructura y función del ambiente invadido y desplazando a las especies nativas, las cuales se encuentran debilitadas para “defender” su ambiente. En la actualidad, la introducción de especies no-nativas es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, junto con la destrucción del hábitat. Una vez que una especie introducida se transforma en problema económico o estético, la sociedad toma conciencia de su existencia y se preocupa comenzando a desarrollar medidas de erradicación (lo cual es en general tarde) y control. El objetivo del presente capítulo es destacar la vulnerabilidad de los ambientes de agua dulce a especies de bivalvos invasores y realizar un análisis sobre el correcto manejo y accionar ante estos casos. La importancia del estudio de las bioinvasiones es cada vez mayor y el conocimiento sobre las especies invasoras, tanto de sus características morfológicas y fisiológicas como de sus características adaptativas, es esencial para su control y prevención protegiendo así los ambientes y la fauna endémica de los mismos.

Palabras Clave: bioinvasión, control, ingeniero de ecosistemas, *Limnoperna fortunei*

Introducción

Los efectos del cambio global y la globalización del comercio en la biosfera estimulan un aumento de invasiones biológicas y su posterior impacto en los ecosistemas (Lockwood *et al.*, 2007). Estos implican una transformación estructural de los ambientes naturales. La escala geográfica, la frecuencia y el número de especies involucradas en este tipo de cambios han aumentado enormemente durante las últimas décadas, como consecuencia de la expansión del comercio mundial y el transporte fluvial de mercancías (UICN, 2000). La resistencia a los invasores que plantean los conjuntos de especies nativas es generalmente débil, y los invasores tienden a tener mayores efectos competitivos sobre las especies nativas que viceversa (Vilá y Weiner, 2004). En la actualidad, la introducción

de especies foráneas es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad junto con la destrucción del hábitat (UICN, 2000).

Varias hipótesis se han desarrollado para explicar por qué muchas especies invasoras dominan las comunidades de especies nativas, las que deberían estar mejor adaptadas a su medio ambiente local. Entre las explicaciones más comúnmente citadas son las modificaciones antropogénicas de hábitat para el beneficio directo e indirecto de la especie invasora y la liberación de la especie invasora de sus enemigos naturales (Sax and Brown 2000, Keane and Crawley 2002, Colautti *et al.*, 2004). Una alternativa menos explorada, es que los invasores realizan un papel activo en su propio éxito mediante la modificación de su nuevo entorno local (González *et al.*, 2008).

¹Museo de La Plata (FCNyM-UNLP) División Zoología Invertebrados-Sección Malacología invasion@fcnym.unlp.edu.ar – www.malacologia.com.ar

²CONICET

El impacto negativo ocasionado por la bioinvasiones sobre el medio ambiente afecta a tres componentes esenciales de la biodiversidad, es decir, el paisaje, las especies y la estructura genética (Carlton, 1996). Las invasiones biológicas pueden transformar los ecosistemas mediante la alteración de sus propiedades fundamentales incluyendo el flujo de energía, estructura del hábitat físico, la biodiversidad, etc. (D'Antonio y Vitousek, 1992; Vitousek *et al.*, 1997). Este proceso puede ocurrir tanto en el tiempo a través de la ingeniería ecológica del ecosistema (Jones *et al.*, 1997; Cuddington *et al.*, 2007) o el tiempo evolutivo a través de la construcción de nicho (Odling-Smee *et al.*, 2003). Ambos conceptos comparten terreno conceptual común (González *et al.*, 2008), por lo tanto, en este texto, se utiliza el término “ingeniería de ecosistemas” para englobarlos. Los ingenieros de los ecosistemas son los organismos que cambian el ambiente abiótico por alterar su estructura física. Como consecuencia, a menudo - aunque no siempre - tienen efectos sobre otros miembros de la biota y sus interacciones y, por consiguiente, en los procesos globales de los ecosistemas. El concepto de ingeniería de ecosistema interconecta una serie de importantes conceptos ecológicos y evolutivos y es particularmente relevante para la gestión del medio ambiente (Gutiérrez y Jones, 2008).

Desarrollo

Las conchas de moluscos son estructuras físicas abundantes, persistentes, ubicuas en los hábitats acuáticos. Utilizando una perspectiva de ingeniería del ecosistema, se identifican los roles generales de la producción de la concha de los moluscos en los ecosistemas acuáticos:

- * son sustratos para la fijación de epibiontes
- * proporcionan refugios ante la depredación, el estrés físico o fisiológico
- * controlan el transporte de solutos y partículas en el medio bentónico (Gutiérrez *et al.*, 2003).

Para Gherardi (2007) las aguas continentales presentan vulnerabilidad para las bioinvasiones. El valor de las aguas continentales para la humanidad es muy grande, y los cambios inducidos en los productos y servicios que ofrecen tienen un fuerte impacto en bienestar del hombre. Para este autor, los principales motores de cambio en la biodiversidad en el agua continental son:

- * Embalse de los ríos (por ejemplo, presas y diques)
- * Deterioro en la calidad del agua (por ejemplo, la contaminación, la eutrofización, la acidificación)
- * La degradación del hábitat y la fragmentación (por ejemplo, la canalización y el cambio de uso del suelo)
- * Sobreexplotación
- * Introducción de especies no nativas.

Asimismo, Gherardi (2007) señala algunas de las razones por las que los sistemas de agua dulce son vulnerables a las bioinvasiones, pueden agruparse de la siguiente forma:

- * Más alta capacidad de dispersión intrínseca de especies de agua dulce en comparación con organismos terrestres.
- * Los ambientes lóticos pueden ser comparables a las islas en que su aislamiento geográfico ha conducido a la adaptación local (muchos endemismos) y algunas veces a una baja biodiversidad.
- * Los sistemas de agua dulce están sujetos, sobre todo en las latitudes más altas, a regímenes de temperatura estacionales alterados debido al calentamiento climático global y a una creciente perturbación humana.

La amplia introducción de organismos en aguas interiores, ya sea involuntaria o deliberada, es una consecuencia directa de la intensidad con la que los seres humanos utilizan estos sistemas para la recreación, las fuentes de alimentos y el comercio. La frecuencia de las invasiones de especies en sistemas de agua continentales es probable que continúe creciendo, como se mencionó al comienzo de este texto, como consonancia con la globalización/cambio climático. Asimismo, Gherardi (2007) menciona que la mayoría de los estudios de invasores de agua dulce se ha llevado a cabo en América del Norte y sobre todo en los Grandes Lagos es centrado en los animales (74%) más que en las plantas (solo el 20%). Destaca además que de todas las especies de fauna, los peces, especialmente salmónidos, han recibido la mayor atención científica como resultado de su papel ecológico (redes alimentarias) y su importancia económica. En los otros taxa, *C. fluminea* (Müller, 1774) o la almeja asiática *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) y *D. burguensis* (Conrad, 1831), entre los moluscos y los cangrejos, son los que se estudian más a menudo. Más recientemente, en otras regiones geográficas, también entre los moluscos, han sido considerados los estudios sobre *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1854) o mejillón dorado y *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) o caracol manzana dorada. Siguiendo a Hicks (2004), se debe considerar que el foco del estudio de una bioinvasión, tiene que estar dirigido principalmente a la interacción entre las características biológicas de la especie invasora y el ecosistema invadido (Imagen 51).

Bio-Seguridad: dos elementos básicos para la bio-invasión



La vulnerabilidad del ecosistema refleja el ajuste de la especie al nuevo escenario

Imagen 51: Dos elementos fundamentales en el riesgo de bio-invasión, presentes en los modelos de bio-seguridad. Modificado de Darrigran y Damborenea (eds.) (2006).

Sobre esta base, algunas o todas las características que debería reunir una especie para considerarse invasora, quedan mayormente resumidas por Morton (1996) (Tabla 1).

Tabla 1: Serie de características que debe presentar una especie invasora para adaptarse y colonizar a nuevos ambientes o ambientes alterados. Modificado de Morton (1996).

1	Corto período de vida	e.g. 2 a 3 años
2	Rápido crecimiento individual	
3	Rápida madurez sexual	generalmente son dioicos, pocos casos de hermafroditismo
4	Alta fecundidad	
5	Eurióicos	capacidad de colonizar un gran rango de hábitat
6	Euritópicos	amplio rango de tolerancia ecológica
7	Comportamiento gregario	
8	Asociación de algún tipo con actividades humanas	e.g. Recurso alimentario, transporte
9	Amplia variabilidad genética	
10	Suspensivosos	

Las especies de bivalvos invasores continentales presentan muchas de las características planteadas por Morton (1996), y se convierten en importantes especies invasoras debido a su impacto tanto en los sistemas naturales y en las estructuras hechas por el hombre. Un modelo de ejemplo de bioinvasión en la región Neotropical es la agresiva invasión por *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae). Esta especie es un mejillón de agua dulce epifaunal que se alimenta por fil-

tración en su forma juvenil/adulta y con larvas planctónicas. Presenta vida corta, un rápido crecimiento individual, con madurez sexual temprana y alta fecundidad. Es originaria de los ríos y arroyos en China y el sudeste asiático. Invadió Hong Kong en 1965, Japón y Taiwán en la década de 1990 (Darrigran, 2002). Fue citado por primera vez en América en 1991 (Pastorino *et al.*, 1993), en la playa Bagliardi, en el margen argentino, sur del estuario del Río de la Plata (35°55'S-57°49'W).

Desde esta invasión se ha dispersado aguas arriba en la Cuenca del Plata y Cuenca del Guaíba (Mansur *et al.*, 2003) a una velocidad de 240 km

año-1 (Darrigran, 2002). La actividad humana y las condiciones hidro-sedimentológicas y químicas del medio ambiente (Belz, 2009) fueron óptimas para propagación de *L. fortunei* en la región invadida (Imagen 52). Varias especies de moluscos de agua dulce no nativos fueron introducidos en América del Sur. Algunos de ellos se consideran especies invasoras, por ejemplo, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Darrigran, 2002). Sin embargo, *L. fortunei* ha sido el bivalvo invasor de agua dulce más agresivo en América del Sur. Es el único bivalvo de agua dulce en la región con una etapa larval planctónica, que cuando juvenil/adulta se fija en forma epifaunal en altas densidades a sustratos duros (Darrigran, 2002). Al igual que *Dreissena polymorpha* (Karataev *et al.*, 2002), presenta una historia de vida acorde a su capacidad como especie invasora, y permite que se convierta en abundante cuando se introduce en un nuevo cuerpo de agua. Asimismo, el mejillón dorado también impacta en las instalaciones hechas por el hombre, tanto en América del Sur (Darrigran, 2010) como en Japón (Matsui *et al.*, 2002).

Sobre la base de lo mencionado en los párrafos anteriores, y en el hecho de que las especies invasoras modifican directamente los ecosistemas, y por lo tanto tienen efectos en cascada para la biota residente (Crooks, 2002), esta contribución informa sobre la especie *L. fortunei* como un importante ingeniero de ecosistema en sistemas de agua dulce. Aunque todavía falta por conocer sobre su biología y sus interacciones, se estima que -al igual que *D. polymorpha* en el hemisferio norte (Karataev *et al.*, 2002) - agrupaciones de esta especie en franjas de hasta 150 mil ind./m², modifican la naturaleza y complejidad del sustrato de forma similar a sus congéneres del medio marino (Borthagaray y Carranza, 2007). Tras la invasión de la cuenca del Río de la Plata, el mejillón dorado tuvo un impacto en las diferentes comunidades, alterando la composición de la fauna bentónica (e.g. Darrigran *et al.*, 1998), dieta de los depredadores (e.g. Sylvester *et al.*, 2007), y físicas condiciones de la columna de suelo y agua (e.g. Sylvester *et al.*, 2006). En Darrigran y Damborenea (2011), todos estos impactos causados por esta especie invasora en el ecosistema receptor se presentan sobre la base de la propia investigación y/o discutido con las investigaciones de otros autores para la Cuenca del Plata u otras.



Imagen 52: Localidades en las que se registró *Limnoperna fortunei*, sobre la Cuenca del Plata, del Guaíba y del San Francisco entre 1995 y 2015. Basado en <http://base.cbeih.org> (consultado 06/04/2017).

Gestión para prevención/control de bioinvasiones

Para comenzar y lograr una gestión sobre las bioinvasiones en forma general, de forma sustentable, se debe comenzar con dos ítems básicos pero fundamentales:

- (1) Criterio utilizado para definir una especie invasora.
- (2) Criterios para medir la efectividad del programa de manejo de las especies invasoras.

1) Criterio para definir una especie invasora

Al ser la Biología de las Invasiones una disciplina relativamente nueva dentro de la Biología clásica, todavía no existe una definición exacta de lo que se entiende como una especie invasora, lo que lleva a aclarar este término para que el funcionario de turno sepa dónde poner límites a su accionar. Se trabajará sobre tres de estas definiciones más frecuentes, señalando errores y aciertos. Los enfoques más difundidos para definir a las especies invasoras, son los siguientes:

a) Según el criterio biogeográfico, una especie debe superar una barrera geográfica (e.g. un océano o una montaña) o una distancia dada (más de 100 km).

Este criterio de definición de especie invasora, que engloba al mejillón dorado (Imagen 53), presenta al menos dos problemas. Por un lado, cuando se está en presencia de Especies Criptogénicas o especies con distribución geográfica amplia y/o incongruente y consideradas como sospechosas de ser exóticas, es decir, se desconoce su región nativa (Darrigran y Damborenea, 2006) y, por otro lado, con las especies nativas que modifican sin

ninguna causa aparente su comportamiento de distribución y luego lo retoman. En este criterio es fundamental el concepto de vector, es decir, las vías por las cuales una especie gana acceso a un nuevo hábitat, distante de su región nativa o de su distribución actual (Darrigran y Damborenea, 2006) (Tabla 2).

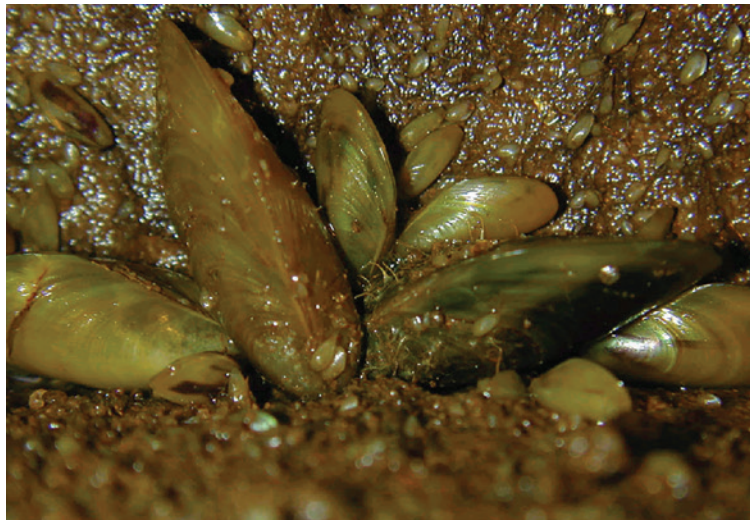


Imagen 53: Mejillon dorado o *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1854)

Fotografía: Gustavo Darrigran.

Tabla 2: Vectores más comunes en el transporte intencional o no, de moluscos bivalvos.

VECTOR	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA
Agua de Lastre	
Ítem alimentario o ejemplares de acuarios	
Peces parasitados con larvas de bivalvos de agua dulce (larvas gloquidios)	
Adheridos (“Fouling”) sobre el casco de embarcaciones	Belz et al. (2012)
Agua retenida en barcos de pesca deportiva	Belz et al. (2012)

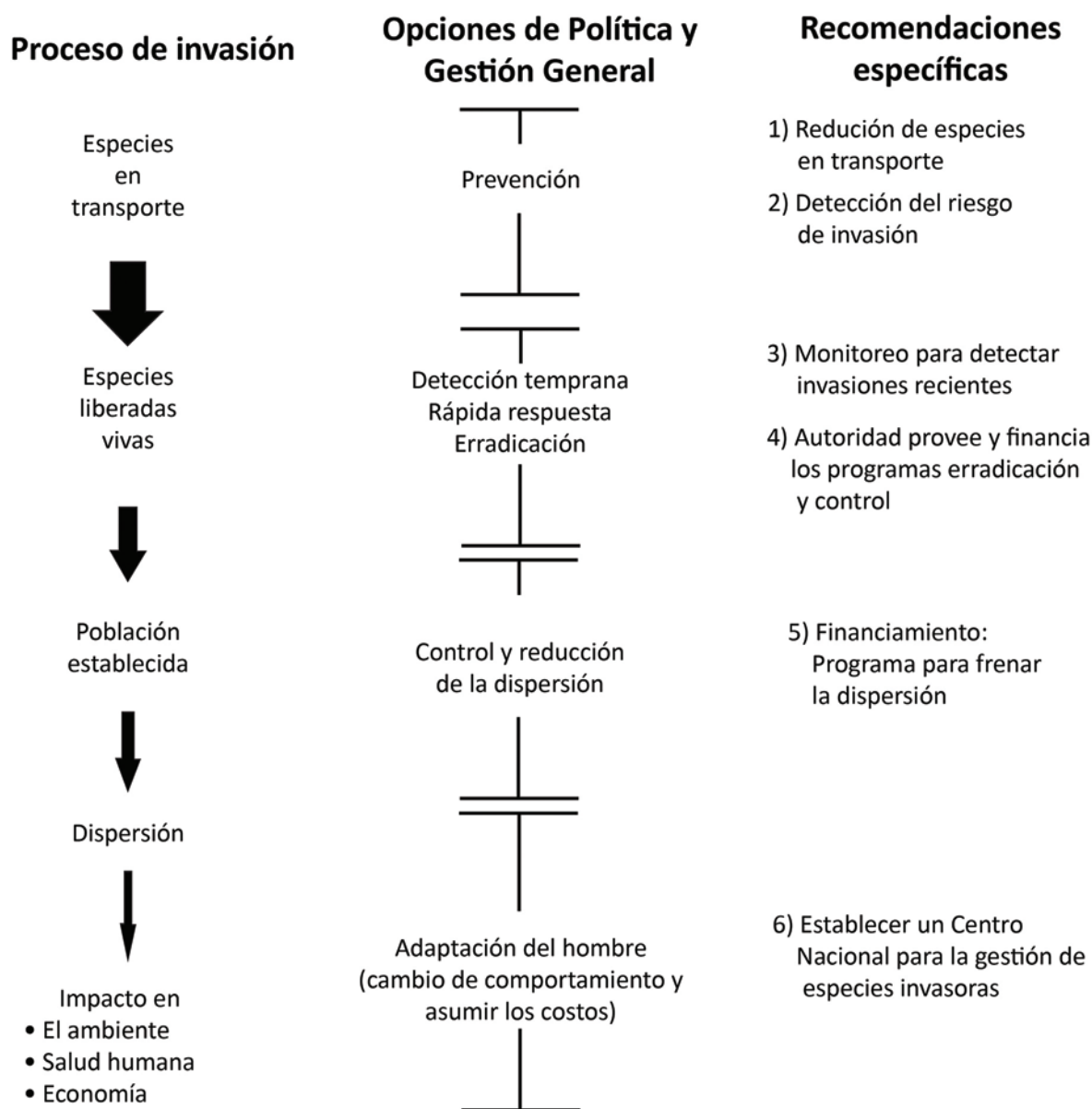
Dos procesos interactúan favoreciendo desde mediados de los ´80 la presencia de bioinvasiones: uno es el gran intercambio comercial a nivel mundial, denominado “Globalización”, que lleva productos por barcos de un punto al otro del Planeta. Se estima, por ejemplo, que 3.000 especies son transportadas por agua de lastre por día a nivel mundial. Es de esperar que las especies nativas, ya adaptadas a sus ambientes, les sea sencillo “rechazar” a la invasión, no obstante las especies invasoras se ven favorecidas por otro proceso a nivel global, el “Cambio Global”, el cual altera al ambiente y disminuye la capacidad de las especies nativas de dominar sobre la especie invasora, ya que las primeras (nativas) están “débiles” al tratar de adaptarse a los cambios ambientales producidos por este cambio climático.

b) Según el criterio de impacto, una especie debe provocar un impacto mayor en el ecosistema en el que se dispersa para ser considerada invasora.

Esta definición considera un aspecto subjetivo o antropocéntrico: ¿Qué es impacto mayor o menor? ¿Referido a qué? ¿A lo provocado al humano? ¿Al desplazamiento o extinción de una especie? o ¿al accionar de un “Ingeniero de Ecosistema”? (Imagen 54) (Darrigran and Damborenea, 2011).

c) Según el criterio del proceso de invasión, interesa la forma en que el proceso de invasión ocurre. Una invasión biológica consiste en una especie que adquiere una ventaja competitiva, superando obstáculos naturales simultáneamente con su proliferación, lo que le permite dispersarse rápidamente y conquistar nuevas áreas dentro del ecosistema receptor, en el que se vuelve dominante. Las distintas etapas en el proceso generalizado de bio-invasión, muestra relaciones dinámicas entre ellas y el potencial manejo factible y sustentable en cada etapa (Imagen 54).

Imagen 54: Etapas comunes a todas las bioinvasiones (columna izquierda), políticas y opciones de gestión (columna central), y principales recomendaciones (columna derecha) asociadas a cada etapa de la invasión. Desde la parte superior a la parte inferior de la columna de la izquierda, cada flecha es más delgada que la anterior debido a que la proporción de especies que procede de una etapa a la otra es menor que el anterior; en la columna de la derecha, las recomendaciones no se corresponden exactamente con cada etapa de la invasión; y en particular, la recomendación 6 apunta a todas las opciones políticas y de gestión. Según Darrigran y Torres (2014).



Sin embargo, debido a que el número de especies que entran en las vías está aumentando a medida que aumenta el comercio mundial, el número de especies causando impactos perjudiciales está aumentando con el tiempo.

Una definición de especie invasora más acorde podría ser: Se entiende por especies invasoras, aquellas que como resultado de la actividad

humana es introducida en el ecosistema que no es nativo, adaptándose y convirtiéndose así en un agente de cambio y amenaza para la biodiversidad nativa y daño económico potencial.

En la definición anterior, cuando hace referencia a “como resultado de la actividad humana es introducida en el ecosistema que no es nativo”, se refiere no solo al transporte por vectores, sino también a la modificación que hacen los hombres del ambiente nativo, alterándolo y transformándolo en un “nuevo” ambiente donde las especies nativas en el “viejo” am-

biente o son desplazadas o actúan como invasoras en ese “nuevo” ambiente.

Un caso ejemplificador del último concepto es el del “caracol manzana” o *Pomacea canaliculata*, la cual es una especie nativa de Argentina y que cuando el ambiente natural es alterado (por ejemplo para hacer cultivos de arroz), responden como invasoras. Por último, se destaca en esta definición “daño económico”. Es en este aspecto donde una nueva especie invasora (por ejemplo *Limnoperna fortunei*) actúa causando “macrofouling” o Bio-incrustaciones de organismos mayores a 1 mm (Darrigran y Damborenea, 2006), en tomas de agua de plantas potabilizadoras, sistemas de riego, sistemas de refrigeración de industrias, de instalaciones generadoras de energía (centrales térmicas, hidroeléctricas, nucleares) (Imagen 55).

En la Tabla 3 pueden observarse los problemas causados en Argentina, Brasil, Uruguay (Darrigran & Damborenea, 2005):



Imagen 55: Macrofouling del mejillón dorado en el filtro de inicio de un sistema de refrigeración de una central hidroeléctrica (A); macrofouling en un intercambiador de calor de una central hidroeléctrica (B); rejas para peces con macrofouling en centrales termoeléctricas (C y D).

Tabla 3: Problemas de macrofouling causados en Argentina, Brasil, Uruguay, por *Limnoperna fortunei*. Tomados de Darrigran y Damborenea (2005).

1	Reducción del diámetro de las cañerías
2	Bloqueos de cañerías
3	Decrecimiento de la velocidad del agua (debido a que el sistema esta diseñado para que el agua corra en un flujo laminar, pero al adherirse los mejillones, se produce un flujo turbulento y por lo tanto, para pasar la misma cantidad de agua, el intervalo de tiempo es mayor)
4	Oclusión por acumulación de valvas vacías
5	Contaminación del agua del interior del sistema
6	Bloqueo de filtros

2) Criterios para medir la efectividad de programa de manejo de las especies invasoras

Una vez que una especie introducida se transforma en problema económico o estético, la sociedad toma conciencia de su existencia y se preocupa; y se comienzan a implementar medidas destinadas a la erradicación o control, que en muchos casos se realizan en forma inexperta, tardía y desordenada. La capacidad de reproducción y dispersión de estas especies complican el éxito de estas medidas, fundamentalmente para la erradicación. Como se menciona anteriormente, las distintas etapas en el proceso generalizado de bioinvasión, muestra relaciones dinámicas entre ellas y por lo tanto el manejo en cada etapa es diferencial en cada una de ellas (Imagen 56). Quizás en el estado temprano de una introducción, cuando la especie se encuentra en un momento de “reposo” de invasión, la erradicación podría realizarse (Imagen 57). En la mayoría de los casos, sólo el control es posible, siendo la erradicación muy difícil, por más que varíen el número e intensidad de las aplicaciones de distintas técnicas de tratamientos potenciales (e.g. tratamientos químicos, físicos y biológicos).

Muchas veces, una salida desesperada al encontrarse en la etapa de “pánico”, es la introducción de especies antagonistas, es decir, especies que conviven en el lugar de origen de la especie invasora y que son depredadores o parásitos de ésta. Si se aplica otra introducción como alternativa para el control biológico, es probable que el resultado de esta segunda introducción intencional provoque la presencia de otra especie invasora, por falta de estudios ambientales, ecológicos necesarios. Por su parte, la aplicación inexperta de tratamientos, ya sean químicos o físicos, también pueden provocar un impacto ambiental mayor que el ocasionado por la especie invasora foco de la actividad de control. Para evitar la generación de estos impactos es necesario que el control sea realizado por especialistas.

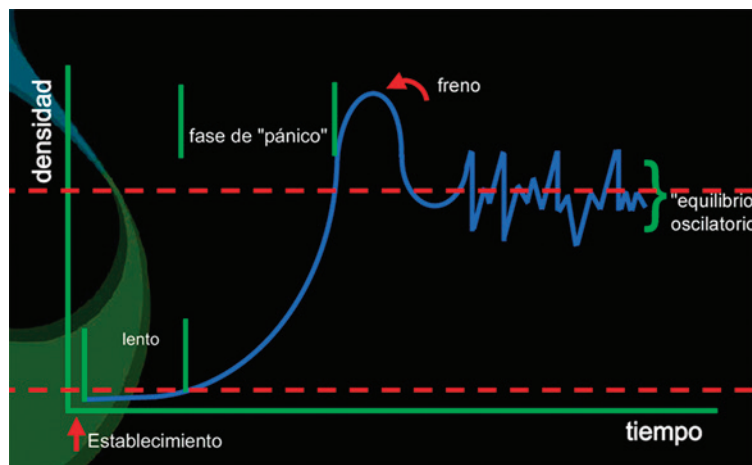


Imagen 56: Crecimiento poblacional de una especie invasora de reciente introducción. Modificado de Darrigran y Damborenea (2006).

Por último, cabe destacar que la aplicación de tratamientos preventivos es la alternativa de menor costo ambiental y económico (Darrigran & Damborenea, 2005). Como se menciona en Darrigran y Damborenea (2006), la Convención sobre Biodiversidad del año 2001 estableció una serie de principios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica. Dentro de los cuales se encuentra la prevención de ingreso de especies invasoras, en contraposición al control o erradicación de las mismas. Hicks (2004) afirma que para prevenir, además de tener presente la relación entre el tipo de taxa de potencial introducción o ya introducido y los distintos ambientes (el ambiente nativo y el “nuevo” a invadir) -lo que involucra un rango muy amplio de interacciones posibles-, se debe conocer otro tipo de información que proviene de dos acciones necesarias a realizar previamente:

(1) Investigación

Realizar esta acción a fin de generar conocimientos para establecer las estrategias de manejo y requerimientos a considerar en las regiones sensibles de ser invadidas. Esta generación de conocimiento debe considerarse en etapas (Darrigran *et al.*, 2012): Descripción, es el estudio descriptivo del evento, acompañados de estudios experimentales, dinámica poblacional, análisis estadísticos, etc.; Predicción, la generación del fundamento sobre la probabilidad de que ocurra un evento de invasión; Riesgo, es el producto de la probabilidad de que ocurra un evento y sus consecuencias.

(2) Educación y difusión científica

A través de campañas de educación y difusión se logra describir, en forma simple, la realidad de las invasiones biológicas y por qué razones estas deben restringirse. Este ítem de educación y difusión científica debería tratarse en tres puntos simultáneos:

Curricula: introducción del tema en los planes de estudio en los distintos niveles de educación, en relación con el tema “Biodiversidad”. Formación de los docentes en los distintos niveles; Concienciar a la comunidad toda, a través de los medios de información masiva, revistas de divulgación científica y documentales. En este

último ítem es fundamental que el nivel de difusión sea apropiado según los receptores y de contenidos no erróneos.

En relación a estos dos últimos ítems se multiplican los desafíos para que entre la sociedad, el gobierno, la prensa y los científicos, pueda lograrse una correcta comprensión entre la calidad y cantidad de las bioinvasiones, la estrecha relación entre éstas y los vectores y, fundamentalmente, el impacto que generan a nivel ambiente natural y humano. Asimismo, los funcionarios de turno relacionados con el tema biodiversidad, deben ser conscientes de las bioinvasiones y su accionar en la biodiversidad nativa, su prevención/control y los distintos pasos involucrados en un proceso de invasión, y sus distintas posibilidades de acción que debe realizarse en cada uno (Imagen 55 y 57).

Asimismo, el tener una gestión con funcionarios de turnos conscientes y efectivos con la realidad de las invasiones biológicas, el tener uno o varios grupos de investigadores generadores de los conocimientos necesarios para su uso en la gestión de turno, no garantiza una efectividad sustentable del sistema a través del tiempo. Si no se cimienta la gestión y la investigación sobre

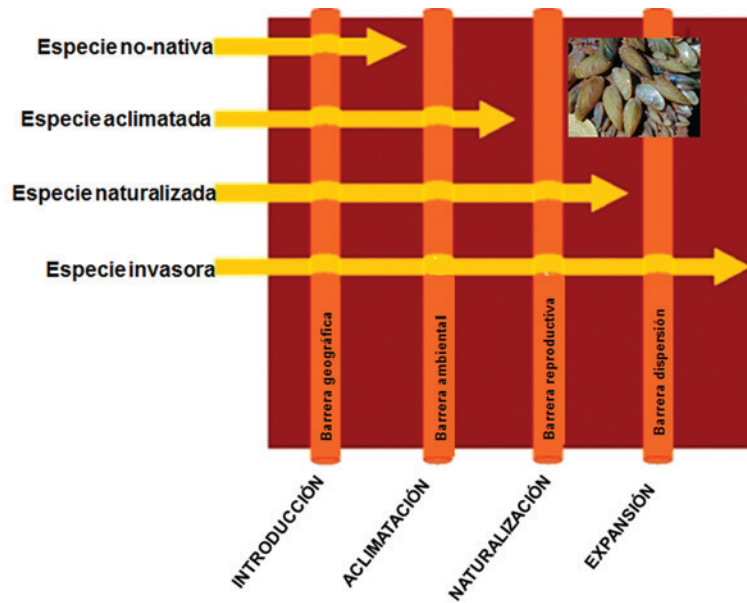


Imagen 57: Barreras geográficas, ambientales, reproducción y dispersión que debe superar una especie antes de convertirse en invasora (Modificado de Darrigran y Torres, 2014).

una base de conocimiento de la sociedad de la problemática de las bioinvasiones, y que esta exija a los políticos que se cumplan con los ítem anteriores. Esto último se logra con educación de la sociedad en los temas de biodiversidad en general y sobre bioinvasiones en particular (Imagen 58).

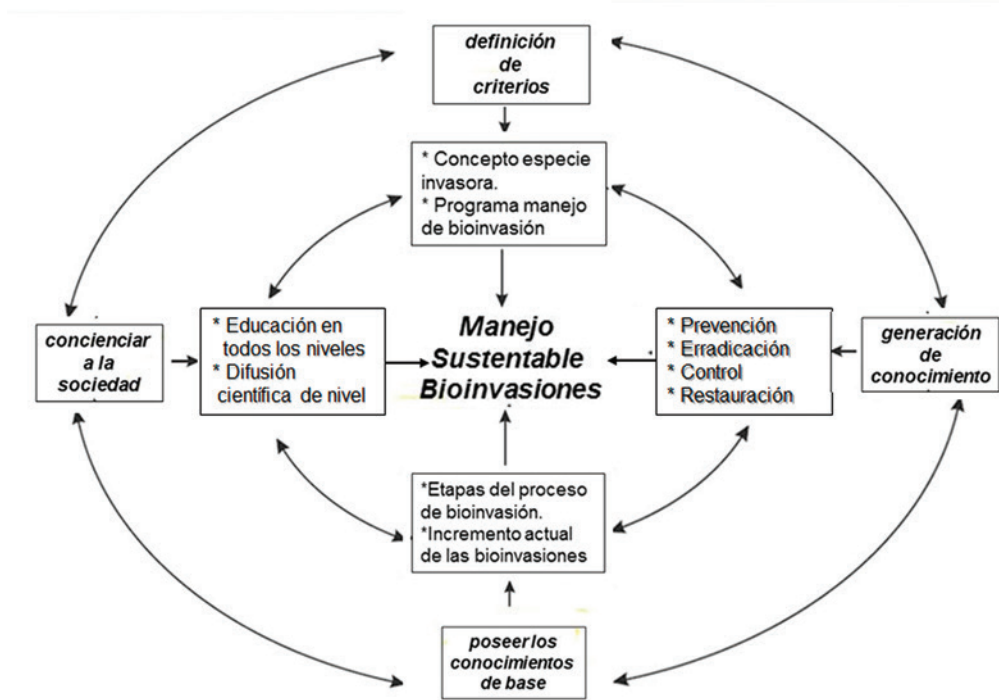


Imagen 58: Los componentes del manejo integrado de especies invasoras. Modificado de Darrigran et al., (2012).

Conclusiones

Para encarar el tema de bioinvasiones se deberían considerar los siguientes ítems:

- *Estudiar a las especies de los distintos niveles de organización involucradas como bioinvasoras y no solo volcarse a los vertebrados o árboles porque son los más conspicuos y redituables políticamente.
- *Realizar los niveles de investigación necesarios (descripción, predicción y riesgo de invasión), considerando que hablar de bioinvasiones es hablar de conservación de la biodiversidad.

*Hacer una correcta difusión a la sociedad y educación en los distintos niveles, a fin de lograr una base sólida de conocimiento en la población, lo que evitará el descuido de los funcionarios en el tema de introducción de especies y, a su vez, la dispersión inadvertida de las bioinvasiones por parte de la sociedad.

Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente financiado por UNLP- 11 / N795 y UNLP 11/ H763.

Referencias bibliográficas

- Belz, C. 2009. Análise de risco aplicada ás bioinvasões. In: Darrigran G, Damborenea C In: Introdução a Biología das Invasões. O Mexilhão Dourado na América do Sul: biología, dispersão, impacto, prevenção e controle. Cubo Editora, São Carlos, pp 229-245.
- Borthagaray, A.I. and A. Carranza. 2007. Mussels as ecosystem engineers: Their contribution to species richness in a rocky littoral community. *Acta Oecol* : 243–250.
- Carlton, J. 1996. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biol Conserv* 78: 97–106.
- Colautti, R. I., A. Ricciardi, I. A. Grigorovich, and H. MacIsaac. 2004. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? *Ecology Letters* 7:721–733.
- Crooks, J.A. 2002. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. *Oikos* 97: 153–166.
- Cuddington, K. et al. 2007. Ecosystem engineers. Academic Press. D'Antonio C. M. and P. M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 23: 63-87.
- Darrigran, G. 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasion*, 4: 145-156.
- Darrigran G. 2010. Summary of the distribution and impact of the golden mussel in Argentina and neighboring countries. Ed by Mackie G, Claudi R In: *Monitoring and Control of Macrofouling Molluscs in Freshwater Systems*.
- Darrigran, G & C. Damborenea. 2005. A bioinvasion history in South America. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), the golden mussel. *American Malacological Bulletin*, 20:105-112.
- Darrigran, G. & M. C. Damborenea (eds.). 2006. Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano. EDULP, La Plata. Argentina. 220 pp.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/37667/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Darrigran, G. & C. Damborenea. 2011. Ecosystem engineering impact of *Limnoperna fortunei* in South America. *Zoological Science*, 28(1), 1-7.

Darrigran, G., S.M Martin, B. Gullo, L. Armendariz. 1998. Macroinvertebrados associated to the byssus of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Pelecypoda, Mytilidae) Río de la Plata, Argentina. *Hydrobiologia* 367: 223-230.

Darrigran, G; F. Archubi & M. C. Mansur. 2012. Manejo Integrado de Especies Invasoras. 383-388. En: Mansur, M. C., et al. (organizadores) *Moluscos Límnicos Invasores no Brasil*. Biologia, prevenção, controle. Redes Editora. Porto Alegre. 412pp. https://www.academia.edu/1807539/_Moluscos_limnicos_invasores_do_Brasil_biologia_prevencao_e_controle_

Darrigran, G. y S. Torres. 2014. Especies invasoras y conservación. En J. A. Calcagno (ed.). *Los Invertebrados Marinos*. Fundación de Historia Natural editorial. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 354 p.

Gherardi, F. 2007. Biological invasions in inland waters: an overview. In: Gherardi, F. (ed.) *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*, 3–25. Springer. 730pp.

Gonzalez, A., A. Lambert and A. Ricciardi. 2008. When does ecosystem engineering cause invasion and species replacement? *Oikos*, 117: 1247-1257.

Gutiérrez, J.L.C. & C.G. Jones. 2008. *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley & Sons, Chichester.

Gutiérrez J., C. Jones, D. Strayer and O. Iribarne. 2003. Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. *Oikos*, 101: 79–90.

Hicks, G. 2004. Turning the Tide: Is aquatic bioinvasers research heading in the right direction? *Aquatic Invaders* 15(1): 9-20.

IUCN, 2000. Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species, 51st Meeting IUCN Council, Gland.

Jones, C., Lawton, J. & Shchak, M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineer. *Ecology* 78: 1946-1957

Karatayev, A.Y., L.E. Burlakova and D.K. Padilla. 2002. Impacts of zebra mussels on aquatic communities and their role as ecosystem engineers. In: Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (Eds) *Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management*. Kluwer, Dordrecht pp 433–446.

Keane, R. M. and M. J. Crawley. 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends Ecol. Evol.* 17: 164-170.

Lockwood, J., M. Hoopes, M. Marchetti. 2007. *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing. 304p.

Mansur, M. C., C.P. dos Santos, G. Darrigran, I. Heydrich, C.T. Callil y F.R. Cardoso. 2003. Primeros datos quali-cuantitativos do mexilhao-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e no Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Rev Bras Zool* 20: 75-84. 17

Matsui, Y., K. Nagaya, G. Funahashi, Y. Goto, A. Yuasa, H. Yamamoto, K. Ohkawa and Y. Magara 2002. Effectiveness of antifouling coatings and water flow in controlling attachment of the nuisance mussel *Limnoperna fortunei*. *Biofouling* 18: 137-148.

Morton, B., 1996. The Aquatic Nuisance Species Problem: A Global Perspective and Review. In: *Zebra Mussels and Other Aquatic Nuisance Species.* Ed. By Frank D'itri, Ann Arbor Press. 1996. Accesible en: http://sgnis.org/publicat/96_15.htm

Odling-Smee, F. J., Laland, K. N. & Feldman, M. W. 2003. *Niche construction: the neglected process in evolution*. Princeton Univ. Press.

Pastorino, G., G. Darrigran, , Martin, S & L. Lunaschi. 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. *Neotropica*. 39 (101-102): 34.

Sax, D. F. and J. H. Brown 2000. The paradox of invasion. *Global Ecol. Biogeogr.* 9: 363-371.

Sylvester, F., D. Boltovskoy y D. Cataldo 2006. Tasas de clareado: ritmos e impacto. In: Darrigran, G y C Damborenea (Eds). Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano. Edulp, La Plata pp 129-139.

Sylvester, F., D. Boltovskoy, D. Cataldo. 2007. Fast response of freshwater consumers to a new trophic resource: Predation on the recently introduced Asian bivalve *Limnoperna fortunei* in the lower Paraná river, South America. *Austral Ecol* 32: 403-415.

Vila, M., and J. Weiner. 2004. Are invasive plant species better competitors than native plant species? evidence from pair-wise experiments. *Oikos* 105:229-238.

Vitousek, PM, CM D'Antonio, LL Loope, M Rejmanek, and R Westbrooks. 1997. Introduced species: A significant component of human-caused global change: *New Zealand Journal of Ecology*, 21 (1): 1-16.



Zona Intermareal del litoral central de Chile.
Fotografía: Sergio Letelier.



CAPÍTULO 5

Aportes,
conclusiones y
agradecimientos

Laguna Puerto Aldea, Coquimbo.
Fotografía: Sergio Letelier. V

Aportes y conclusiones de los grupos participantes al taller

Editores: Sergio Letelier, Pedro Báez, Andrea Rebolledo & Alejandra Fabres
Sociedad Malacológica de Chile, SMACH

Preguntas planteadas en el taller

Pregunta 1. ¿Cuáles son las trabas actuales para la generación de una política de bioseguridad?

Los participantes señalaron que se observan varias falencias vinculadas al tema de los moluscos exóticos presentes en Chile. Entre ellas se pueden nombrar:

La evidencia de un bajo nivel en el conocimiento taxonómico sobre moluscos y líneas de base, para realizar una gestión adecuada y científicamente válida en temas sobre moluscos exóticos y nativos.

La falta de interacción entre el mundo político-científico y la ausencia de una educación ambiental (sensibilizar), hacia las instituciones estatales y privadas y a la comunidad en general sobre este tema.

El no priorizar el problema de especies exóticas de invertebrados invasores a nivel gubernamental. Existe la necesidad de tener a este nivel una política de prevención, que registre, informe y evidencie los riesgos que tienen las invasiones biológicas. No se tiene claro el rol que cumplen los moluscos nativos en los servicios ecosistémicos, y menos el impacto que producen los moluscos exóticos ya presentes o potenciales por llegar.

La ausencia de un enfoque costo-beneficio y las pérdidas económicas que generan o podrían generar en el territorio de Chile los moluscos exóticos, así como la protección o riesgo sanitario que afecte al ser humano, que conlleva la introducción de especies exóticas.

La falta de una red de alerta temprana basada en fuentes de información, cuya base de datos podría estar radicada en el MMA para uso del público en general, de investigadores y así acercar sus investigaciones a la gente.

Falta de visión preventiva, ausencia de información del análisis de riesgo (indicadores), definir metodologías, protocolos y mecanismos de trabajos y equipos sobre moluscos exóticos.

La falta de especialistas de otras disciplinas al interior de las instituciones claves en bioseguridad. Por ejemplo, biólogos marinos en el SAC, en fronteras terrestres, en museos, MMA y otras instituciones públicas y privadas.

La dispersión y ausencia de conectividad entre políticas públicas radicadas en distintos servicios, atenta contra el éxito de políticas integradas para enfrentar los temas de bioseguridad.

La ausencia de participación activa de actores no gubernamentales relevantes, como instituciones ciudadanas (ONG's), que apoyen la difusión, sensibilización, comprensión y concientización en la comunidad en general. Factor clave para las políticas de prevención.

La ausencia de fondos para fomentar una cultura sobre las invasiones biológicas y su impacto en los servicios ecosistémicos.

Pregunta 2. ¿Cuáles son los desafíos en materia de legislación?

Se propuso promover una ley de bioseguridad y mecanismos de reglamentación. En este tema, sobre moluscos exóticos e invertebrados en general, los participantes señalaron la necesidad de proponer una innovación sobre leyes y normativa para que sean aplicables a nivel regional y nacional. Lo anterior debe ir acompañado con acciones de facilitadores, de las propias instituciones que actúen como nexos entre un lenguaje técnico y uno político. Este enfoque permitirá definir principios y valores de la materia sobre la que se legisla, creando a su vez mecanismos adecuados de fiscalización.

Lo anterior debe permitir integrar áreas multisectoriales como, por ejemplo, organismos públicos, agricultura, salud, medioambiente e instituciones de la Defensa y Orden y Seguridad, como también del sector privado. En este espacio se puede proponer la creación de una instancia académica para profesionalizar el tema, dirigida a un grupo multidisciplinario y para el conocimiento de la bioseguridad.

La legislación que se propone debe enfatizar que con la inexistencia de bioseguridad, el principal afectado es el hombre y los servicios ecosistémicos que le permiten su existencia.

Los participantes mencionaron que el ecosistema dulceacuícola nacional, tanto en el ámbito de la bioseguridad y legal, está poco representado en la institucionalidad.

Identificación de mecanismos legales donde se asegure la participación de distintas entidades y representaciones regionales y su coordinación.

Generar mecanismos legales que permitan la colaboración para la difusión de información y consultas con expertos entre países vecinos y en nuestro país. Lo anterior facilitaría la elaboración de proyectos bilaterales y multinacionales.

Pregunta 3. ¿Qué características debería tener la legislación?

Elaborar herramientas de alertas tempranas o preventivas sobre especies exóticas invasoras y el posterior control en base a la bioseguridad.

Debe ser por lo tanto integrada (multisectorial), coordinada, que incorpore experiencias previas, flexible, simple, participativa, preventiva, eficiente, multidisciplinaria, que considere los pueblos originarios, educativa, con mecanismos de difusión de posibles especies invasoras, unívoca con poco o nada de margen para interpretación de usuarios, que incluya fondos para el Ministerio de Medio Ambiente dirigidos a este tema. Reconocer el tema de las invasiones biológicas, en este caso de moluscos exóticos, como parte de un problema a nivel latinoamericano y local. Capacitación a todos en caso de eventos inesperados. Agentes fiscalizadores en todo caso.

Pregunta 4. ¿Qué servicios estatales deberían estar involucrados en una política de bioseguridad?

Debería existir un coordinador nacional “Servicio de Bioseguridad”, para guiar a los servicios existentes: DIRECTEMAR, SENAPESCA, SAG, SEREMI de Salud, Aduana, SERNATUR, CONAF, COCEI, Subsecretaría de Pesca, IFOP, Poder Legislativo, Ministerios, Ministerio del Medio Ambiente, Cancillería (RREE), Defensa (FFAA), Interior (Carabineros, PDI), Educación, laboratorios acreditados e investigación, a través de Universidades, Museos, ONG's, Investigadores y/o Consultores en temas específicos.

Pregunta 5. Propuestas

Dada la importancia del tema y de los invertebrados en general, es necesario definir protocolos de trabajo, convocar a talleres, para compartir experiencias y fomentar la elaboración de líneas de base, en conjunto con un fondo para éstas y para actividades de investigación vinculadas a la Ley de Biodiversidad y de EEI.

El Ministerio de Medio Ambiente debe participar en el debate de la Reforma Educacional. También es su responsabilidad involucrarse en otros temas u áreas relacionadas con la formación de futuros profesionales que se vinculen a éstas áreas.

Para realizar una difusión exitosa a la comunidad, que permita sensibilizar y concientizar respecto a los riesgos del ingreso de posibles especies

invasoras, la ley debiera contemplar los mecanismos que aseguren esta difusión.

Conclusiones y agradecimientos

Los asistentes valoraron la importancia del tema, y de lo necesario que es tener políticas coordinadas entre las distintas instituciones involucradas en la bioseguridad y protección de la biodiversidad.

Finalmente, el objetivo del taller se cumplió dentro de lo esperado, generando nuevas demandas e interrogantes sobre este importante tema y grupo de invertebrados.

Agradecemos sinceramente el apoyo prestado por el equipo GEF, a cargo del colega Fernando Baeriswyl, al MMA, al PNUD, a Antonieta Dayne por su apoyo y colaboración en el éxito de la actividad. Del mismo modo, queremos agradecer el apoyo prestado por los socios de SMACH, Andrea Rebolledo, Alejandra Fabres, Pilar Molina y Pablo Mansilla.

A los colegas del SAG, al Dr. D. Robinson del USDA por haber facilitado datos sobre especies exóticas interceptadas y encontradas en Chile.

Al colega Pedro Báez por su interesante presentación y al Dr. Gustavo Darrigran por haber aceptado la invitación, y compartir su valiosa experiencia en moluscos exóticos e invasiones biológicas.

Presentaciones



Imagen 59: Sr. Fernando Baeriswyl, Coordinador Nacional Proyecto GEF Ministerio de Medio Ambiente, Proyecto Especies Invasoras en Arc, Consultor PNUD. Presentación proyecto GEF EEI.

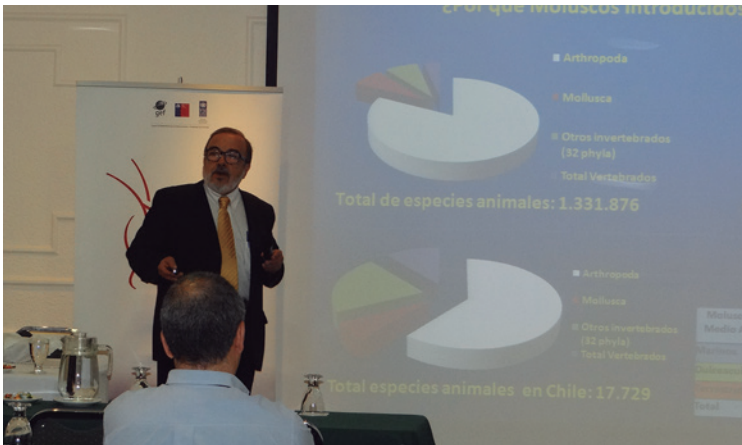


Imagen 60: Sr. Pedro Báez R., Biólogo Marino, Presidente Sociedad Malacológica de Chile (SMACH). Presentación Moluscos Exóticos Marinos.

Moluscos Marinos Introducidos en Chile

Pedro Báez^{1,2}, Sergio Letelier^{1,2}, Andrea Rebolledo¹ y Alejandra Fabres¹

¹Sociedad Malacológica de Chile (SMACH);
²Museo Nacional de Historia Natural (MNNCL);
 contacto@smach.cl

Organizan

Colabora



Imagen 61: Dr. Gustavo Darrigran, Limnólogo, Malacólogo, Universidad de La Plata, Argentina. Presentación Moluscos Bivalvos Exoticos de Agua Dulce.



Moluscos exóticos introducidos en ambientes terrestres y humedales de Chile (Gastropoda: Pulmonata)

Sergio Letelier^{1,2}, Pedro Báez^{1,2}, Andrea Rebolledo¹ y Alejandra Fabres¹
¹Sociedad Malacológica de Chile (SMACH);
²Museo Nacional de Historia Natural (MNNCL);
 contacto@smach.cl



Organizan



Colabora



Imagen 62: Dr. Sergio Letelier V., Biólogo, Malacólogo, Sociedad Malacológica de Chile. Presentación Moluscos Terrestres y Dulceacuícolas.



Imagen 63: Participantes del taller en una discusión grupal sobre el manejo de especies invasoras.

Imagen 64: Presentación de los resultados trabajo grupal.



Imagen 65: Fotografía final de todos los participantes



