

Introducción a las invasiones biológicas

*En el presente trabajo se realiza un análisis de las bioinvasiones como componente importante de la problemática ambiental actual, producto de las actividades humanas de un mundo globalizado, las cuales causan impacto sobre la diversidad biológica. La introducción de especies no nativas invasoras, ya sea de forma intencional o involuntaria, influye negativamente sobre la biodiversidad y consecuentemente sobre los beneficios que de ella obtiene el ser humano. Se destaca el caso del mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*), que afectó la Cuenca del Plata. Éste, representa un ejemplo de la introducción de una especie no nativa invasora y de los efectos ambientales y socio-económicos devastadores que puede ocasionar. Se enuncian acciones posibles, para enfrentar dicha problemática: erradicación, control y prevención; en este sentido, la educación tiene un rol que resulta clave como responsable de la formación de ciudadanos críticos.*

por Alfredo Vilches^{1,2}; Natalia Arcaria¹ y Gustavo Darrigran^{1,2}

Introducción

En este artículo se entiende por «biodiversidad» o «diversidad biológica» la variedad y variabilidad de los seres vivos y de los complejos ecológicos que ellos integran (Wheeler, 1990 *vide* Lanteri y Damborenea, 2004). Esta definición contempla la **diversidad específica** (variedad), la **diversidad genética** (variabilidad) y la **diversidad ambiental** (complejos ecológicos).

El ser humano, a lo largo de su historia, ha obtenido y obtiene beneficios de la Biodiversidad bajo la forma de alimentos, medicamentos, energía, agua, materias primas, recreación, satisfacciones espirituales, inspiración artística, etcétera. Podemos decir, entonces, que la biodiversidad incide en la calidad de vida del ser humano. En este sentido, las Naciones Unidas declararon 2010 como el Año Internacional de la Biodiversidad, en claro reconocimiento del valor de la diversidad biológica para el ser humano.

Las actividades humanas muchas veces tienen consecuencias negativas sobre la biodiversidad, provocando su deterioro. En particular, entre otros efectos, pueden alterarse los beneficios que el ser humano obtiene de ésta, reducirse el número de especies, modificarse el clima e incrementarse la tasa de transmisión de enfermedades.

Los factores que causan pérdida o disminución de la biodiversidad son: en primer lugar, la

alteración física del hábitat; en segundo lugar, la introducción de especies exóticas o no-nativas invasoras. También son causales de esta pérdida la contaminación, el uso no sustentable de los recursos naturales y el cambio climático.

La introducción de especies por el ser humano ha sido una conducta recurrente a lo largo del tiempo; en algunos casos, estas introducciones han sido intencionales y en otros involuntarias, por ejemplo a través de los medios de transporte. No todas las especies introducidas logran establecerse en el nuevo sitio; sólo lo logran una pequeña parte de éstas, y una fracción muy reducida puede tener una presencia dominante en los nuevos ecosistemas (Capdevilla y otros, 2006).

En síntesis, para transitar fuera de su rango nativo de distribución, una especie debe franquear una secuencia de obstáculos que, una vez superados, le permitirán traspasar sus límites naturales (Figura 1).

¹ Cátedra Biología de Invertebrados. Dpto. Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata.

² GIMIP (Grupo Investigación sobre Moluscos Invasores/Plagas) División Zoología Invertebrados-Museo La Plata (UNLP) invasion@fchnym.unlp.edu.ar

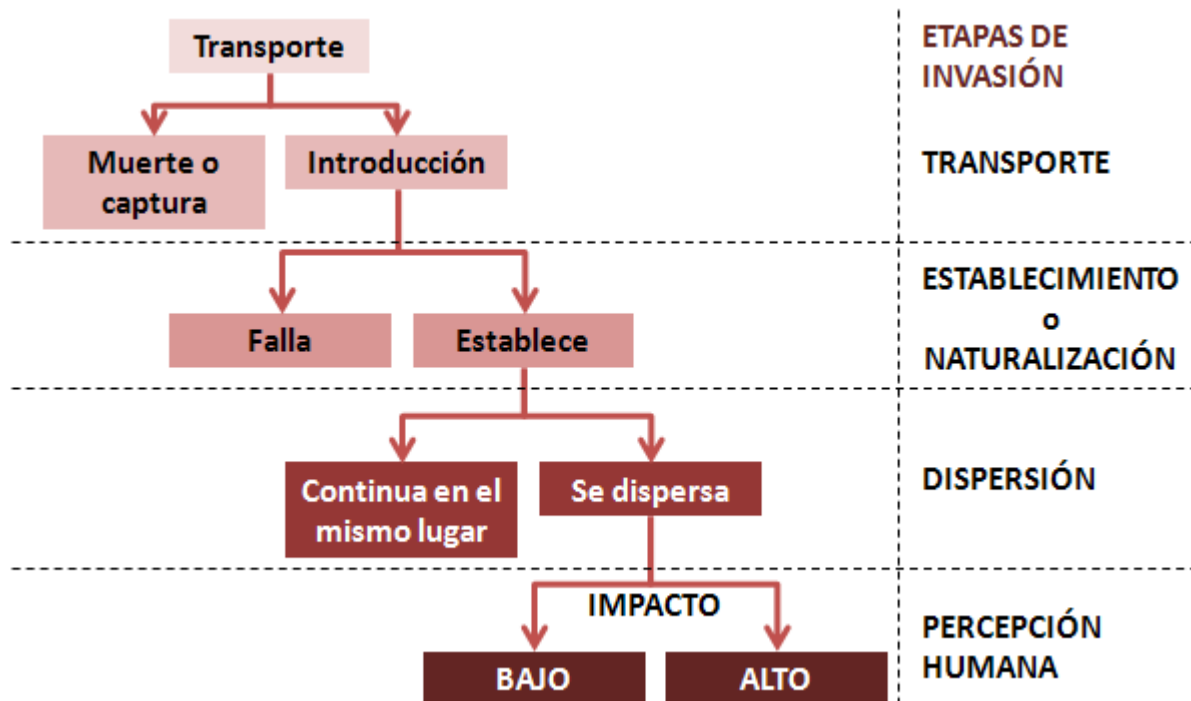


Figura 1: Etapas del Proceso de Invasión (modificado de Lockwood, *et al.*, 2007).

Como se mencionó, la mayoría de las especies que entran en el proceso de invasión, probablemente nunca puedan superar la secuencia de obstáculos, o al menos no en un único intento. Algunas pueden morir en el transporte mismo, o en su descarga en el nuevo hábitat. Por el contrario, la repetición de estos intentos incrementa la probabilidad de invadir exitosamente al ambiente. Quizás sólo un 10% de las especies que ingresan en el transporte logre establecerse, formando poblaciones sustentables en el ecosistema invadido (Darrigran y Damborenea, 2006).

La introducción de especies invasoras ocupa un lugar preponderante como amenaza de la diversidad biológica. Para acentuar la comprensión y crear conciencia sobre estas cuestiones, la Organización de las Naciones Unidas declaró el 22 de mayo, el Día Internacional de la Diversidad Biológica, y proclamó como tema del año 2009, a las «Especies exóticas invasoras».

Existe evidencia científica que indica que las invasiones biológicas están creciendo a un ritmo muy acelerado (Darrigran y otros, 2008), lo que se traduce en un aumento en la alteración de la Biodiversidad. Las consecuencias de las invasiones de especies no nativas, deben ser evaluadas desde tres enfoques: ecológico, socio-económico y sanitario. En lo que a lo ecológico concierne, ha habido cientos de extinciones ocasionadas por especies invasoras –que abarcan todos los grupos taxonómicos– y su presencia es beneficiada por el deterioro de los hábitats, debido a que encuentran una competencia pobre de las especies nativas

durante su colonización (Darrigran y Damborenea, obra citada).

Desde el enfoque socioeconómico, pueden mencionarse como ejemplos: la reducción del rendimiento de los cultivos agrícolas por causa de las malezas, la oclusión de los canales y sistemas de riego, y el «*macrofouling*» de sistemas de refrigeración de industrias, plantas generadoras de energía y sistemas contra-incendios (Darrigran, 2010).

Desde el punto de vista sanitario, las invasiones biológicas son y han sido una de las causas de las grandes epidemias y pandemias que han marcado la historia de la humanidad. Es así como grandes emprendimientos, tales como embalses, sistemas de irrigación, expansión de la frontera agropecuaria, construcción de carreteras y programas de reasentamiento de poblaciones, han contribuido a la invasión de especies causantes de enfermedades como la malaria, el dengue, la esquistosomiasis y la tripanosomiasis (GISP, 2005).

Sobre la base de lo explicado, es imprescindible que el hombre se ocupe de las causas y de las posibles soluciones a dicho problema. La actual globalización (crecimiento del comercio y el turismo), ha propiciado la dispersión de las especies de manera accidental o en otros casos en forma intencional, fundamentalmente debido a la ineficiencia de las barreras naturales y como consecuencia de los intereses económicos perseguidos desde los años 90.

El vector considerado más importante para la circulación transoceánica e interoceánica de organismos costeros de aguas superficiales, es el agua que se utiliza en la navegación para procurar la estabilidad de los buques, conocida como agua de lastre (Figura 2). El éxito de este vector radica en que aproximadamente el 80% del comercio se realiza a través de barcos (Darrigran y Damborenea, obra citada). La carga del agua de lastre en su lugar de origen, como así también su descarga en el lugar de destino, no son controladas, por lo que tiene lugar una introducción no planeada de organismos acuáticos en sistemas marinos y de agua dulce. La *National Research Council* (1996), menciona un número de aproximadamente 3.000 especies que se desplazan alrededor del planeta por día a través del agua de lastre. Solo un bajo porcentaje de ellas tienen éxito en el proceso de convertirse en una especie invasora. Cabe destacar que, si bien pueden fallar en un primer intento, pueden tener éxito en alguna de sus numerosas tentativas.

Bacterias, virus, algas e incluso invertebrados, han sido introducidos involuntariamente por agua de lastre. Podemos citar como ejemplos de introducciones en Argentina, a través de distintos vectores, la aparición del Alga *Undaria* o Wakame (*Undaria pinnatifida*) (Figura 3a) en las costas patagónicas de Península Valdés, proveniente de Asia. En cuanto a la invasión de invertebrados en las costas de la provincia de Buenos Aires,

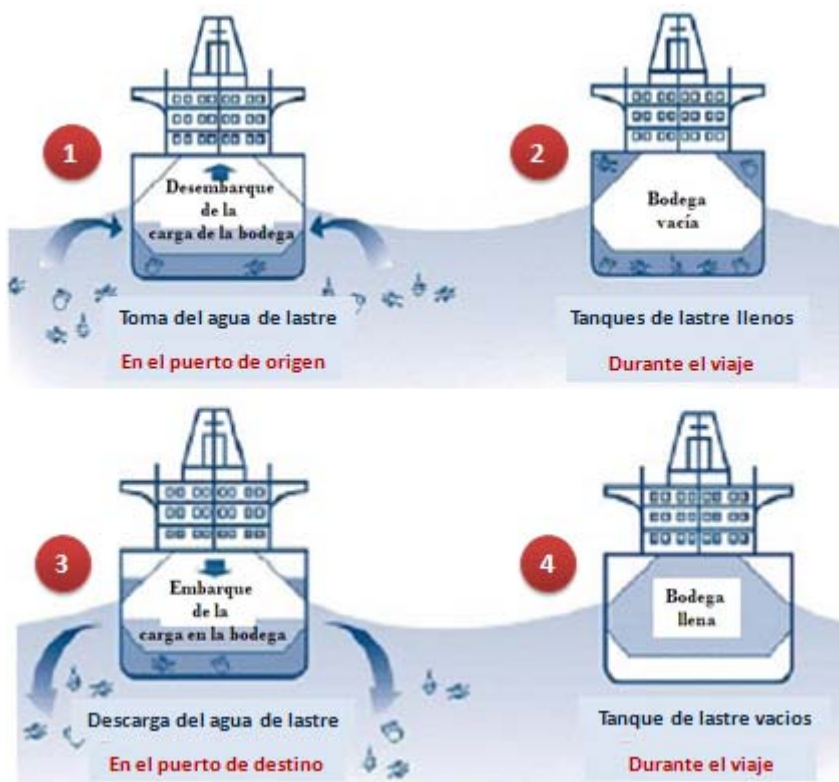


Figura 2: Etapas en el proceso de carga y descarga del agua de lastre (modificado de www.mnve.mil.ve/web/index.php?option=com_cont).

encontramos entre otros a la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) (Figura 3b), el poliqueto formador de arrecifes (*Ficopomatus enigmaticus*) (Figura 3c), la almeja de agua dulce (*Corbicula fluminea*) (Figura 3d) y el mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) (Figura 3e). Este último se presenta como un ejemplo de invasión agresiva para Argentina en particular y América del Sur en general.

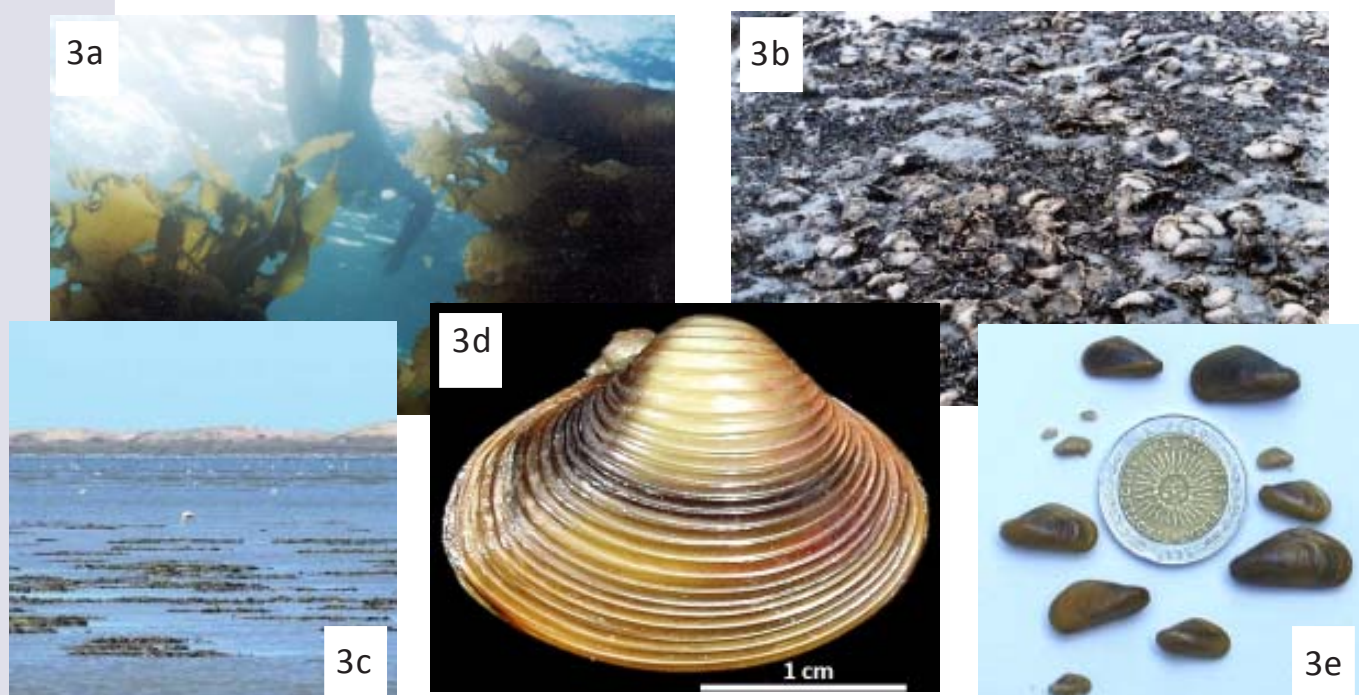


Figura 3: a) Ejemplares de *Undaria pinnatifida* (imagen gentileza de E. Schwindt), b) *Crassostrea gigas* (imagen gentileza de M. Pascual), c) *Ficopomatus enigmaticus* (gentileza de Matías Guarino), d) *Corbicula fluminea* (G. Darrigran) y e) *Limnoperna fortunei* (G. Darrigran).

El mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*)

Limnoperna fortunei es una especie de bivalvo invasor de la familia *Mytilidae*, oriundo de ríos y arroyos de China y sudeste de Asia. Fue introducido en América a través del agua de lastre, y ha logrado invadir la Cuenca del Plata (Río de la Plata, Uruguay, Paraná y Paraguay). Debemos mencionar como otro punto de invasión de esta especie en América del Sur, a la Cuenca del Guaíba, a través de Porto Alegre (Brasil) (Mansur y otros, 1999). En el año 1991 se detectó la introducción en el Río de la Plata y por primera vez para toda América, de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) o, «golden mussel» para el habla inglesa. Su hábito es epifaunal (vive sobre sustrato duro), bisado (filamentos proteicos por el que se fija al sustrato), y se adhiere sobre todo sustrato duro natural disponible (desde troncos y vegetación acuática a limo-areno-compacto o «caliche») y artificial (desde murallones, espigones, caños, plásticos, vidrios, goma, cueros, etc.) (Figura 4).



Figura 4: Ejemplares de *Limnoperna fortunei*, asentándose a todo sustrato duro disponible.

Junto a su gran poder adaptativo y reproductivo, esta capacidad de adherencia le permite una rápida y efectiva distribución en los cuerpos de agua que invade. Desde su detección en el estuario del Río de la Plata (Argentina, 1991), invadió cuatro importantes ríos de la Cuenca del Plata. En 1991, se hallaba solo en el Río de la Plata, pero en 1996 arribó a los ríos Paraná y Paraguay y en el 2001 se lo detectó en el Río Uruguay. En 1999, se produjo aparentemente una segunda invasión al Continente Americano, a través de Porto Alegre, ingresando a la cuenca del Guaíba (Brasil), que no se encuentra conectada a la Cuenca del Plata (Figura 5).



Figura 5: Vías de ingreso de *Limnoperna fortunei* a la Cuenca del Plata (gris), por el Río de la Plata, Argentina y a la Cuenca del Guaíba (amarillo), por Puerto Alegre, Brasil (modificado de Darrigran y Damborenea, 2006).

Hasta el año 1991, se lo encontraba sólo en la Argentina. En la actualidad, también se lo encuentra en Uruguay, Paraguay, Brasil y Bolivia, recorriendo a contracorriente aproximadamente 240 km por año.

Entre 1991 y 1995, se registró en el ambiente natural un importante incremento en la densidad (de 4 a 5 ind/m² en el balneario Bagliardi, donde la especie fue reportada por primera vez, hasta superar los 150.000 ind/m², en la misma localidad).

El impacto ambiental que ocasiona el mejillón dorado, conocido como «macrofouling», se ejemplifica en la Figura 6. Si bien el macrofouling es común en el agua de estuarios y mares, en el agua dulce de la Región Neotropical es novedoso y la primera cita sobre este fenómeno en agua dulce se remonta al año 1994, cuando fue tratado por el Grupo de Investigación sobre Moluscos Invasores/Plagas (GIMIP) de la Universidad Nacional de La Plata. Este primer caso se registró en la toma de agua de la Planta Potabilizadora de la ciudad de La Plata, Río de la Plata, Argentina (Darrigran y Damborenea, obra citada). Desde su detección en el año 1991, hasta la actualidad, el GIMIP (www.malacologia.com.ar) ha desarrollado una línea de investigación dirigida a la prevención de las bioinvasiones y control del mejillón dorado en América del Sur. Para una mayor información sobre este caso de bioinvasión acuática, consultar Darrigran y Damborenea (2006).

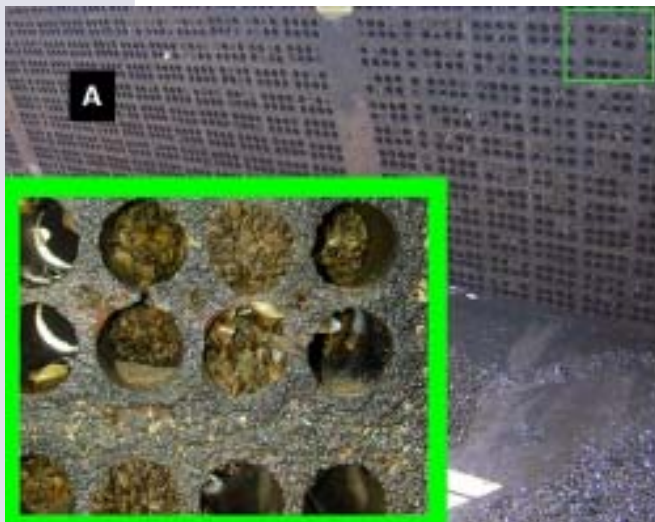


Figura 6: Ejemplares de *Limnoperna fortunei*, ocasionando «macrofouling» en: A Tomas de agua en plantas potabilizadoras de agua («parshall»), B Intercambiador de calor de una central hidroeléctrica. (imagen tomada por G. Darrigran).

¿Qué podemos hacer frente a este problema?

En torno a esta problemática, tres son las acciones que se deben seguir: **erradicación**, **control** y **prevención** (Darrigran y Damborenea, obra citada).

Sólo es posible realizar la erradicación en un estado temprano de la introducción, cuando la especie se encuentra en un momento de crecimiento lento, es decir, en el inicio del proceso de invasión. El control puede hacerse por métodos físicos, químicos o biológicos. Este último consiste en introducir una especie que sea depredadora de la invasora que, muchas veces, puede a su vez transformarse en otra especie invasora. Para lograr la prevención, se pretende generar un mejor entendimiento sobre el rol de las especies invasoras como potenciales agentes que alteran a la biodiversidad y ocasionan pérdidas económicas y sanitarias. Algunas de las acciones de prevención que podemos tener en cuenta son: no comprar animales silvestres como mascotas –sean nativos o no-nativos–, no liberar a las mascotas al ambiente natural, certificar que los contenedores que traen los productos adquiridos estén libres de organismos vivos, etcétera.



Figura 7: Tres componentes básicos para la conservación de la biodiversidad.

Ante esta realidad, resulta necesario considerar la introducción de especies como una situación prioritaria, que requiere un accionar nacional e internacional que provea un marco legal e institucional apropiado, cuyo fin sea la conservación de la biodiversidad. En este sentido, se establecen tres componentes básicos para la conservación de la biodiversidad (Figura 7). El conocimiento científico generado a partir de las Ciencias Naturales debe llegar a las organizaciones ambientales locales y regionales, con la finalidad de realizar un adecuado manejo (gestión). Asimismo, aunque se cumplan los dos puntos anteriores (investigación y gestión), sin el apoyo del sector Socio-Político Ambiental, sólo se tendría éxito en pequeñas áreas y por corto tiempo. Este tercer componente es el más complejo de los tres, y se debe propiciar por medio de la educación. La educación es necesaria para formar a los ciudadanos, que deben exigir a los funcionarios públicos correspondientes que tomen acciones sobre la prevención y control de las bioinvasiones (Darrigran, y otros 2008). En este sentido se enfocan las recomendaciones derivadas del 2° Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras, realizado en España en el año 2006. En las conclusiones derivadas de esta jornada, se reconoció el carácter transversal del problema de las invasiones biológicas, como así también la cantidad de entidades que están implicadas directa o indirectamente (administraciones, sector empresarial, público en general, etc.); también se advirtió la escasa percepción social acerca del problema y las consecuencias que de ello se derivan. Por último, se resaltó la importancia que la educación ambiental tiene sobre el conocimiento y las actitudes ambientales de la población general, y se recomendó su potenciación en todos los niveles educativos y sociales (escuelas, comercios, agencias de viajes, sector caza y pesca, etc.) como elemento imprescindible para prevenir nuevas introducciones.



Glosario

Agua de Lastre: Agua cargada a bordo de un barco para controlar el asiento, la escora, el calado, la estabilidad y los esfuerzos del buque.

Epifaunal: Organismo que habita sobre la superficie de un fondo o sustrato duro de los ambientes acuáticos.

Especies exóticas o no-nativas: Especies, subespecies o taxones inferiores introducidos fuera de su zona de distribución normal (en el pasado o en el presente) y de potencial de dispersión (es decir, fuera de su área de distribución natural o que no pudiera ocupar sin la introducción directa o indirecta, o sin el cuidado, de los seres humanos), e incluye brotes, gametos, semillas y huevos (denominados técnicamente como propágulos) de tales especies, que pudieran sobrevivir y reproducirse».

Especies exóticas o no-nativas invasoras: Especie exótica cuya introducción y propagación que amenaza a los ecosistemas, hábitats o especies, causando daños socio-culturales, económicos, ambientales y daños a la salud humana».

Especie nativa: Especie, subespecie o taxón inferior que ocurre dentro de su área natural, y de dispersión potencial (por ejemplo, dentro del área que ocupa o puede ocupar de manera natural sin la directa o indirecta introducción o cuidado humano).

Hábitat: Lugar, que incluye todas sus características, donde vive una determinada especie.

Introducción de especies: Acción, de manera deliberada o accidental, por la cual las especies son ubicadas por el hombre y colonizan nuevas regiones a su rango de distribución actual.

Impacto ambiental: Alteración favorable o desfavorable sobre el medio o algunos de sus componentes

Macrofouling: Bioincrustaciones de tuberías y filtros causada por organismos mayores de 1 mm de talla

Vector: Vía a través de la cual una especie gana acceso a un nuevo hábitat distante de su región nativa o de su distribución actual.

Bibliografía general

Capdevila Argüelles, L. y otros. 2006. *Especies Exóticas Invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo*. España: Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente. ISBN-13: 978-84-8014-667-8. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2010] Disponible en:

<http://sites.google.com/site/geibiblioteca/Home/monografias-tecnicas-y-cientificas/congresos-nacionales-sobre-especies-exoticas-invasoras>

Convenio de Diversidad Biológica (<http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-06/official/cop-06-18-add1-es.pdf>)

Darrigran, G. y Damborenea, M. C. 2006. *Bio-Invasiones*. En Darrigran, G. y Damborenea, M. C. (Eds.). *Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano*. Argentina, La Plata: EDULP. ISBN 9503403677

Darrigran, G y Mansur, M.C. 2006. *Distribución, abundancia y dispersión*. 93-110. En Darrigran, G. y Damborenea, M. C. (Eds.). *Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano*. Argentina, La Plata: EDULP. ISBN 9503403677

Darrigran, G. 2010. Summary of the distribution and impact of the golden mussel in argentina and neighboring countries. In: G. Mackie and R. Claudi (Ed.) *Practical Guide for the Monitoring and Control of Aquatic Invasive Molluscs in Freshwater Systems* to be published by Taylor and Francis Group, LLC.

Darrigran, G; y otros. 2008 Desinterés del Pasado, Decisiones del Futuro: Educación para prevenir las invasiones biológicas. *Revista de Educación en Biología*. Vol. 11, N 1, pp. 39-52.

GISP. 2005. Sudamérica Invasida. El Creciente peligro de las Especies Exóticas Invasoras. *Programa Mundial sobre Especies Invasoras*. Kirstenbosch, Sudáfrica

Lanteri, A. y Damborenea, C. 2004. *Sistemática, Cladística y Conservación de la Diversidad Biológica*. En Lanteri, A. y Cigliano, M. M (Eds.). 2004. *Sistemática Biológica: fundamentos teóricos y ejercitaciones*. Argentina, La Plata: EDULP.

Mansur, M. y otros. 1999. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) molusco bivalvo invasor, na Bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociencias* Número 7, pp. 147-149.

National Research Council 1996. *Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water*. Committee on Ships' Ballast Operations. National Academy Press, Washington, 141 p.

VOLVER AL INDICE