



ASOCIACION ARGENTINA
DE ECONOMIA POLITICA

LIV REUNIÓN ANUAL | NOVIEMBRE DE 2019

El Impacto Económico de las Invasiones Biológicas en Argentina: Cuánto Cuesta no Proteger la Biodiversidad

Zilio, Mariana I.

ISSN 1852-0022 / ISBN 978-987-28590-7-7

EL IMPACTO ECONÓMICO DE LAS INVASIONES BIOLÓGICAS EN ARGENTINA: CUÁNTO CUESTA NO PROTEGER LA BIODIVERSIDAD*

Mariana I. Zilio^{1,2}

¹ Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (UNS-CONICET), San Andrés 800, Altos de Palihue, 8000 Bahía Blanca, ARGENTINA

² Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur, San Andrés 800, Altos de Palihue, 8000 Bahía Blanca, ARGENTINA

* Este trabajo constituye una derivación del proyecto “Fortalecimiento de la gobernanza para la protección de la biodiversidad mediante la formulación e implementación de la Estrategia Nacional sobre Especies exóticas Invasoras (ENEED)” (GCP/ARG/023/GFF) de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, ejecutado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La información y opiniones vertidas en el mismo son exclusiva responsabilidad del autor y no corresponden a la postura oficial de ninguno de los organismos participantes del mismo.

ABSTRACT

Las especies exóticas invasoras son la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial pero generan además importantes pérdidas económicas asociadas a daños en los sistemas productivos y costos de control. Cuantificar dichos impactos es una tarea difícil, pero se vuelve necesario para visibilizar su magnitud y evidenciar la necesidad de tomar medidas para prevenir y controlar las invasiones biológicas. Este trabajo presenta una estimación del costo económico asociado a la presencia de doce especies exóticas invasoras en la Argentina durante el año 2016, identificando en cada caso otros impactos ambientales que están fuera del alcance de la valuación monetaria. Los resultados indican un costo de al menos 3,3 billones de dólares anuales asociados a ese conjunto de especies exóticas introducidas en el país, lo que equivale al 0.63% del PBI para el mismo período.

1. INTRODUCCIÓN

El impacto económico de las especies exóticas invasoras (EEI) se ha convertido en una preocupación extendida en la literatura en los últimos años. Pimentel et al. (2000, 2005), sentando un importante precedente, dejaron en evidencia por primera vez la magnitud de las invasiones biológicas en términos de daños a la producción y costos de control, encontrando una pérdida estimada cercana a los 120 billones de dólares anuales en los Estados Unidos. Desde entonces, numerosos estudios han intentado alcanzar alguna estimación de la magnitud del impacto que las EEI tienen a nivel nacional o regional (Born et al., 2005; Wootton et al., 2005; Vilà et al., 2010; Gren et al., 2009; Mwebaze et al., 2010; Oreska y Aldridge, 2010; Kelly et al., 2013; Hoffman y Broadhurst, 2016), con el principal objetivo de respaldar acciones de política ambiental para proteger la biodiversidad de las invasiones biológicas.

Indudablemente, cuantificar todos los impactos de las EEI en el territorio argentino es una tarea inalcanzable. No sólo el número de EEI es elevado (723 según el Sistema Nacional de Información sobre Especies Exóticas Invasoras, SNIEEI¹), sino que gran parte de los daños no son plausibles de ser cuantificados en términos monetarios. No obstante esto, es posible identificar algunos impactos sobre la agricultura, la salud humana y los costos de control de EEI que pueden ayudar a evidenciar la importancia de contar con una estrategia integral diseñada para prevenir, controlar y eventualmente erradicar EEI del territorio nacional.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es presentar una estimación del costo económico asociado a un conjunto de doce EEI que en la actualidad ejercen un impacto socio-económico significativo en la Argentina.

Luego de la introducción, la sección 2 describe el proceso de identificación y selección de las EEI que conforman la estimación. La sección 3 presenta el costo estimado para cada una de las doce especies en forma separada, con detalles sobre los impactos de cada una y la metodología empleada para cuantificarlos, mientras que la sección 4 presenta la estimación del costo asociado a las doce especies en forma agregada. Finalmente, se concluye en favor de la necesidad de implementar una estrategia nacional integral para abordar el problema de las EEI en el país.

2. EEI en Argentina. Identificación y selección.

El primer paso para alcanzar una estimación del costo asociado a las EEI en Argentina consistió en la identificación y confección de un listado de EEI con impacto socioeconómico negativo significativo en el ámbito nacional. Los criterios para seleccionar las especies atendieron al tipo de organismo; al modo de introducción (voluntaria o involuntaria); el ámbito geográfico donde la especie genera impacto negativo; y a los sectores económicos afectados negativamente por la invasión.

En función de esto, se seleccionaron cuatro especies del reino vegetal: Tamarisco (*Tamarix spp*), de introducción involuntaria, con impacto en la calidad y disponibilidad de agua en gran parte de las zonas áridas y semiáridas del país; Pasto Cubano (*Tithonia tubaeformis*), de introducción voluntaria, con impacto sobre los cultivos en el Noroeste argentino (NOA); Ligustro (*Ligustrum lucidum*), de introducción voluntaria con impacto en las yungas del noreste y en los bosques ribereños en el sudeste del país; y malezas en general, introducidas involuntariamente en su mayoría, que afectan la actividad agrícola en todas las áreas productivas.

Para el reino animal, se seleccionaron tres mamíferos, un artrópodo, un molusco y un colectivo de especies de *fouling*. Entre los primeros, conforman la lista el jabalí (*Sus scrofa*), mamífero terrestre de introducción voluntaria, distribuido en las regiones Centro, Cuyo y Patagonia, con impactos múltiples en explotaciones agropecuarias, infraestructura, seguridad vial y salud; el castor (*Castor canadensis*), mamífero terrestre/acuático de introducción voluntaria que ha invadido parte de la isla de Tierra del Fuego y genera impactos severos sobre el terreno, las actividades productivas y la infraestructura; y las ratas (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*), mamíferos terrestres introducidos involuntariamente, distribuidos en todo el territorio nacional que generan cuantiosos daños por alimentación, por sus impactos sobre la infraestructura y por sus consecuencias sobre la salud.

¹ <http://www.inbiar.uns.edu.ar/>, consultada el 26/8/2019.

El artrópodo incluido en la estimación es el mosquito tigre (*Aedes aegypti*), invertebrado terrestre que actúa como vector de transmisión de enfermedades endémicas como Dengue, Zika y Fiebre Chikungunya. De introducción involuntaria, conlleva costos directos e indirectos asociados con las enfermedades que transmite y elevados costos de control y prevención.

Por último, entre las especies acuáticas se optó por analizar en forma agregada el colectivo especies de *fouling*, que agrupa las incrustaciones biológicas, y analizar en forma separada el impacto del mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*), también de introducción involuntaria, distribuido abundantemente en las cuencas del Río de la Plata y los ríos Tercero/Carcarañá, provincia de Córdoba.

Completan la lista una especie del reino chromista, el alga didymo (*Didymosphenia geminata*), especie acuática introducida involuntariamente en la región patagónica, con impacto potencial en las actividades de pesca y turismo; y una especie del reino protista, el alga undaria o wakame (*Undaria pinnatifida*), introducida involuntariamente en el ámbito marino/costero de la Patagonia que afecta todo el litoral marítimo con impactos sobre la pesca y las actividades turísticas y conlleva importantes costos de control.

Ante la imposibilidad de estimar el costo asociado a la totalidad de EEI reportadas en el país, la elección de las especies incluidas en la estimación es el resultado de un análisis que pretendió balancear los criterios de selección de modo que todos los taxones, todas las regiones, y todas los sectores económicos que se ven directa o indirectamente afectados por la presencia y avance de EEI estuvieran representados en la estimación.

En este contexto, la reducción de la lista a un determinado número de especies sólo obedece al objetivo primordial de la estimación de costo propuesta, que es ilustrar la dimensión de la problemática de EEI y traducir en términos monetarios el daño derivado de las mismas, reconociendo asimismo que un gran número de impactos quedan fuera su alcance.

Por último, cabe destacar que la estimación de costo se limita a computar impactos únicamente negativos, documentados o informados, sobre sistemas productivos, costos de prevención y control y erogaciones incurridas para mitigar el impacto de EEI. Esto no implica el desconocimiento de que muchas EEI contribuyen a la creación de valor agregado en los tres sectores de la economía, participando en la mayoría de los casos como insumos en el proceso productivo, sino que asume que los impactos positivos deben ser evaluados separadamente y quedan totalmente fuera del alcance de esta estimación.

Una vez definida la lista de especies a incluir en la estimación de costo, se inició el relevamiento de información necesaria para estimar daños, reducciones en la producción y costos de control en cada caso. Las variables relevadas se presentan a continuación integrando la estimación de costo asociado a cada una de las especies seleccionadas para el año 2016². Asimismo, y en los casos en los que su inclusión hubiera sido relevante para cuantificar efectos o evidenciar impactos, se hace alusión a las variables que no pudieron ser recopiladas pero reportaron un esfuerzo de investigación importante³.

² Todos los valores contenidos en esta estimación son valores corrientes expresados en dólares estadounidenses, tomándose el tipo de cambio de referencia del Banco Central de la República Argentina (dólar mayorista) al 18/12/2018.

³ Excepto para aquellos casos en las que se haga expresa alusión, la información contenida en la presente estimación es secundaria y fue recopilada de diversas bases de datos, fuentes de información acreditadas o comunicación personal con profesionales idóneos o individuos directa o indirectamente involucrados con las especies bajo estudio.

3. Identificación de impactos y estimación de costo asociado por especie

Plantas

Malezas

El estudio de las malezas resistentes empieza a ser una preocupación en la Argentina a partir de la introducción del cultivo de soja resistente al glifosato en forma extensiva, a mediados de la década del 90. Según Palau et al. (2015), el primer caso de maleza resistente fue registrado para *Amaranthus quitensis* y el primero de resistencia al glifosato para *Sorghum halepensis*, en 2005, ambas exóticas, por lo que la problemática de malezas resistentes está desde sus inicios íntimamente ligada a las EEI.

No obstante esto, casi la totalidad de los esfuerzos destinados a controlar malezas a través del desarrollo de productos y tecnologías se ha centrado en la dicotomía maleza resistente/no resistente y no en la distinción exótica/nativa. La razón principal de esto radica en que los herbicidas desarrollados para malezas resistentes son de amplio espectro y no distinguen dicha condición. Habiendo consultado especialistas en malezas y verificado la ausencia de estudios previos sobre el impacto económico de malezas exóticas, se decidió tomar como referencia la estimación para malezas resistentes en cultivos de soja de Palau et al. (2016).

En su trabajo, los autores llevaron adelante un relevamiento entre productores y asesores en seis regiones productivas del país (NOA, Norte de Córdoba, Sur de Córdoba, NEA, zona núcleo y Sudeste bonaerense), para determinar costos de control y comportamiento de malezas con resistencia probada científicamente o a campo, identificando 17 malezas resistentes, 12 de las cuales son exóticas: *Chloris spp.*, Pasto amargo (*Digitaria insularis*), Grama carraspera (*Eleusine indica*), Ray grass (*Lolium perenne* y *Lolium multiflorum*), Sorgo de Alepo (*Sorghum alephense*), Echinocloa (*Echinocloa colona*), Avena (*Avena fatua*), Yuyo colorado (*Amaranthus palmeri* y *Amaranthus hybridus*), Colza (*Brassica napus*) y Nabo (*Raphanus sativus*).

Dado esto, y a los efectos de estimar los costos de control asociados a malezas exóticas, se conservó dicha proporción sobre los daños y costos de control estimados por Palau et al (2016) para cultivo de soja en la Argentina durante la campaña 2014/2015.

Los resultados indican, para un escenario de infestación del 50%, una pérdida potencial de US\$ 3.500 millones en concepto de reducción de producción de soja y US\$ 980 millones⁴ de pérdida de ingresos por retenciones a las arcas públicas adjudicables a malezas exóticas, que podrían evitarse con acciones de control por US\$ 910 millones.

Con el mismo criterio de proporción de exóticas sobre el total de malezas resistentes, se estimó que los costos de Ciencia y Técnica asociados son al menos equivalentes a US\$ 890.000 anuales que destina a dichas especies el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Por su parte, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) destina un monto significativo a la investigación de malezas exóticas resistentes. Sin embargo, la estimación del costo asociado a las mismas no es totalmente lineal y requiere una desagregación del presupuesto por programas que maneja la institución y queda fuera del alcance de este trabajo.

⁴ Si bien esta suma sería menor en el escenario actual con una tasa de retenciones inferior para cultivo de soja, no es pertinente ajustar la estimación dado que se refiere a pérdida potencial y como tal no corresponde ser agregada a la estimación.

Tamarisco (*Tamarix spp*)

Los tamariscos, nativos de Asia, norte de África y sudeste de Europa han invadido exitosamente grandes áreas de América del Norte y Australia, y en Sudamérica algunas especies se establecieron en las zonas áridas y semiáridas de Argentina y Perú y la costa sur de Brasil y Uruguay.

Los tamariscos cuentan con ciertas características que aseguran el éxito de sus procesos de invasión: pueden vivir en una amplia variedad de hábitats y generan un gran número de semillas de germinación rápida, lo que les permite una rápida dispersión y un gran éxito en el desplazamiento de vegetación nativa, ya que pueden crecer hasta 4 cm por día. Por otra parte, consumen enormes cantidades de agua, sus raíces alcanzan profundos niveles, sus hojas almacenan sal hasta que se caen, salinizando la superficie, y son además altamente resistentes ante situaciones climáticas extremas. Por todo esto, los tamariscos ejercen un marcado impacto negativo sobre la vida silvestre y la biodiversidad y comprometen la polinización con posibles efectos sobre la actividad agrícola.

En relación al impacto económico, debido a que absorben entre 3.000 y 4.600 m³ por hectárea por año más que la vegetación nativa (Zavaleta, 2000), los tamariscos implican una pérdida de agua para uso consuntivo y no consuntivo que resulta particularmente significativa en los ambientes áridos y semiáridos que coloniza.

Otros costos asociados a la invasión de tamarisco se relacionan con la necesidad de desalinizar el agua para consumo humano, la pérdida de potencial para generación de hidroelectricidad y las dificultades que podrían acarrear la pérdida y salinización del agua para el desarrollo de la pesca deportiva.

En nuestro país, se estima que los tamariscos ocupan actualmente entre 15,5 y 31 millones de hectáreas (E. Natale, com. pers.), lo que generaría una pérdida marginal de agua asociada a la invasión de entre 46 y 142 billones de m³/año. Las áreas actualmente ocupadas incluyen los 2.120.000 de hectáreas irrigadas actualmente en el país (FAO), por lo que se valorizó la pérdida de agua para uso agrícola a través del costo total de provisión de agua aplicada a cultivos (Instituto del Agua, Provincia de San Juan).

Habiéndose considerado la posibilidad de emplear otras variables como proxies del costo de oportunidad del agua absorbida por tamarisco (costo medio de operación y mantenimiento de la red de riego (pública y privada), costo de provisión, etc.), se optó por esta variable por ser la que más se ajusta al concepto de valor de reemplazo del agua perdida. Con los valores reportados para el año 2013 –lo que claramente genera una marcada subestimación del costo dada la evolución de los precios entre 2014 y 2016-, el costo para la superficie irrigada asciende como mínimo a un valor estimado anual promedio de US\$ 29,5 millones.

En relación a la inversión en Ciencia y Tecnología realizada por CONICET, la suma anual destinada directa e indirectamente al estudio de tamariscos durante 2016 ascendió a US\$ 20.360. Por su parte, el Gobierno de la provincia de Mendoza aportó en 2016 un monto de US\$ 225.500 para el piloto de tamarisco del proyecto GCP/ARG/023/GFF (en adelante, proyecto de la ENEEI) que son incluidos en esta estimación como costos de control.

Con respecto a los otros usos alternativos, se encontró que para el nivel de invasión actual, no hay en el país pérdidas asociadas a potencial de generación hidroeléctrica en las áreas invadidas ni disminuciones en las actividades relacionadas con pesca deportiva. Asimismo, tampoco se hallaron incrementos significativos en los costos de tratamiento del agua para consumo humano, probablemente porque los tamariscos están

distribuidos en áreas áridas y semiáridas que no registran una elevada densidad poblacional.

Pasto Cubano (*Tithonia tubaeformis*)

El pasto o yuyo cubano (*Tithonia tubaeformis*) es originario de México y fue introducido involuntariamente en el país. Fue detectado por primera vez en Salta en 1978 y declarado Plaga de la Agricultura por Disposición 284/83 y Decreto 4109/97 del Poder Ejecutivo de la Provincia de Jujuy.

Afecta especialmente cultivos de poroto y soja, caña de azúcar, cítricos y tabaco. Cada planta puede producir hasta 20.000 semillas. Implica mayores costos de mantenimiento y control en banquinas, terrenos fiscales, etc. y además es huésped alternativo de *sclerotinia*, enfermedad que puede afectar a plantaciones de tabaco en condiciones de excesiva humedad.

Dada esta vinculación con el tabaco, el control de yuyo cubano estuvo vinculado al Fondo Especial del Tabaco a partir de 2011. Sin embargo, en 2016, la Dirección Provincial de Sanidad y Calidad Agropecuaria de la provincia de Jujuy asignó una partida presupuestaria específica para Control de Yuyo Cubano por US\$ 14.880. Dicho importe estuvo destinado al control de la especie con 2,4 D-Amina en 800 km. de rutas y caminos de la provincia. A fines de 2016, la Dirección de Control Productivo y Comercial de Jujuy anunció un plan de control a través del trabajo articulado de actores estatales y privados, estableciendo responsabilidades de control, para lograr detener la invasión de yuyo cubano en un lapso de cuatro años.

En relación a los costos privados de control en cultivos, no ha sido posible recabar información a través de contacto con asociaciones de productores y horticultores de las áreas afectadas, como así tampoco se hallaron trabajos previos que reporten dicho impacto.

Ligustro (*Ligustrum lucidum*)

Originarios de Asia, los ligustros han sido ampliamente introducidos con fines ornamentales, para setos y calles, pero su alta adaptabilidad los ha convertido en muchos casos en invasores. En Argentina se han encontrado ejemplares en hábitats naturales, siendo el *Ligustrum lucidum* el árbol más abundante en los bosques secundarios de las yungas del nordeste y algunas áreas de bosque ribereño del sudeste del país. Hasta el momento, sólo se han realizado estudios de dispersión sectoriales para el área de Sierras Chicas, Córdoba (Hoyos et al., 2010), 700 has de bosque maduro en el NOA (Montti et al., 2010) y parte de la provincia de Córdoba (Gavier et al., 2012), no habiendo aún estimaciones para Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fe, en las que la invasión también se encuentra avanzada y donde probablemente afecte notoriamente la actividad productiva.

Además de los daños en la biodiversidad generados por su impacto sobre comunidades de aves (Ayup et al., 2014), banco de semillas (Ferrerías et al. 2015) y la influencia en la descomposición de hojarasca (Furey et al. 2014), el ligustro coloniza el sotobosque y domina la comunidad biológica, disminuyendo la biodiversidad, desplazando especies nativas y afectando a las comunidades que dependen de los recursos silvestres, como la comunidad aborigen Ocloya en la provincia de Jujuy. En el marco del proyecto de la ENEEI, el Gobierno de la Provincia de Jujuy contribuye al componente relacionado con el Ligustro en el Norte de Argentina con la comunidad Ocloya, con un monto estimado anual de US\$ 40.180.

Al mencionado aporte del gobierno de Jujuy al piloto de ligustro, se suma la inversión de CONICET en el estudio de la especie, que alcanzó en 2016 la suma aproximada de US\$ 170.205.

Mamíferos

Jabalí (*Sus scrofa*)

El jabalí (*sus scrofa*) o cerdo euroasiático, uno de los mamíferos invasores más exitosos del planeta, fue introducido con fines cinegéticos en La Pampa en 1906. En 1914 una rotura del cerco perimetral permitió la fuga de numerosos individuos que invadieron el sur de San Luis, Sur de Córdoba, Sudoeste de Santa Fe y parte de Río Negro. Asimismo, algunos individuos de La Pampa fueron liberados en bosques aledaños al lago Nahuel Huapi (Merino et al., 2009), lo que alentó su dispersión hasta el oeste de Chubut, SO de Río Negro y NE de Santa Cruz. Según Lowe et al. (2000), se encuentra entre las cien exóticas invasoras más dañinas a nivel mundial, y para Novillo y Ojeda (2008) es la de mayor impacto en nuestro país. Su éxito invasor puede ser atribuido, entre otras causas, a sus hábitos alimenticios omnívoros, su adaptación a gran variedad de climas, la falta de depredadores naturales y su elevada capacidad reproductora.

Entre los impactos identificados, el jabalí provoca cambios en los procesos ecosistémicos por alteraciones en el ambiente, daños en suelos por efecto de las hozadas, pérdida de biodiversidad, predación de semillas y bancos de semillas y dispersión de plantas exóticas. Además, compite por los recursos con especies nativas.

En términos económicos, entre los impactos negativos se registran daños en la producción ganadera por intrusión en las explotaciones, daños en cultivos y acopios, daños en infraestructura e importantes daños por accidentes viales en la mayoría de los lugares donde existen poblaciones naturalizadas (Cuevas et al., 2012; Barrios-García y Ballari, 2012). Además, son reservorio natural y agentes transmisores de enfermedades al ganado, a otros animales silvestres y al hombre (Gortázar et al. 2007), como enfermedad de Aujeszky, triquinosis y brucelosis, entre otras.

Para estimar el costo asociado a la presencia de jabalí en la Argentina, se estimó en primer término el número de ejemplares en función de la distribución por provincia fitogeográfica reportada por Sanguinetti y Pastore (2016), arribándose al resultado de 6,7 millones de ejemplares distribuidos en aproximadamente el 30% del territorio nacional.

De una amplia revisión, se hallaron reportes de daños en ganadería en nuestro país sólo para el departamento de Télens, en la provincia de Chubut, donde en 2014 se estimaba la pérdida de, como mínimo, un cordero por animal por noche (Sociedad Rural del Valle del Chubut, Diario el Chubut, 24/7/2014). De este modo, se valorizó dicha pérdida para el número de ejemplares correspondientes al área de Télens (5.000 individuos), y para el resto de los ejemplares se utilizó el daño aproximado anual de US\$ 200 empleado por Pimentel et al. (2005) para su estimación de costo asociado a EEI para los Estados Unidos de América.

Dicho valor se presume adecuado en el contexto nacional e incluso podría estar subestimando la pérdida anual asociada a cada individuo si se consideran conjuntamente los efectos negativos sobre ganadería, cultivos, infraestructura y accidentes.

Dado esto, los costos de daños en la producción ocasionados por jabalí en nuestro país ascienden a US\$ 1.352 millones anuales.

Entre los costos de control, se identificó un solo plan vigente desde 2005 en el Parque Nacional El Palmar (provincia de Entre Ríos), que contempla el control de jabalí y ciervo axis, que actualmente sólo emplea la modalidad caza desde apostaderos, cuyos resultados se encuentran reportados en Gürtler et al. (2017). Para el año 2016, los costos estimados de dicho programa, en función de las horas hombre empleadas (Cavicchia y Gil, 2015 y Marcelo Cavicchia, com. pers.) y el salario promedio de guardaparques (APN), ascendió a US\$ 31.300. A este costo deben sumarse otras erogaciones relacionadas con la logística y otros costos de difícil imputación (armamento y municiones y combustible, entre otros) lo que indica que el valor calculado subestima claramente el costo real de implementación del plan de control.

En relación a la inversión en Ciencia y Técnica realizada por CONICET para el estudio de la especie, se estimó para el año 2016 un monto de US\$ 113.000 en personal técnico y profesional abocado directa o indirectamente a la misma.

Castor (*Castor canadensis*)

El castor es uno de los casos emblemáticos de EEI en el país. Introducido en el año 1946 con el objetivo de desarrollar la industria peletera en la isla de Tierra del Fuego, se convirtió rápidamente en invasor debido básicamente a su alto potencial reproductivo, la plasticidad de su dieta y la ausencia de predadores naturales.

Establecen sus colonias en cursos de agua y humedales, provocando impacto tanto por inundación como por corte de árboles. Considerados ingenieros de ecosistemas, los castores construyen embalses que alteran las corrientes hidrológicas y el transporte de sedimento, generando importantes daños en infraestructura. Estos impactos se ven marcadamente agravados por la capacidad de regeneración del bosque nativo, principalmente el de lenga (*Nothofagus pumilio*), que demora unos 200 años en recuperarse.

Los impactos de castor se encuentran perfectamente identificados por ecosistema y por tipo de cobertura en Henn et al. (2016), de manera tal que los costos asociados a su invasión pudieron ser reconstruidos con relativa precisión.

Hasta el momento del relevamiento, los aproximadamente 100.000 castores establecidos en Tierra del Fuego habían afectado un total de 31.476 hectáreas, 29.266 de bosques, 1.127 de pastizales y 1.083 de turberas. A su vez, 11.125 de las hectáreas de bosques afectadas, 686 de pastizal y 303 de turberas corresponden al Ecotono fueguino y el resto (15.216, 75 y 318 hectáreas respectivamente) corresponden a la ecorregión cordillerana. A partir de dicha información, se valorizaron los impactos del castor en función de tres aspectos: pérdida de valor de la tierra en las superficies afectadas, pérdidas reportadas por actividades productivas no desarrolladas y pérdida del bosque como sumidero de carbono.

Las fuentes empleadas para estimar el valor de la tierra fueron el valor de mercado de la hectárea de ecotono reportado por INTA; el costo de implantación y tratamientos silviculturales en bosque nativo para la provincia fitogeográfica sub-antártica para la región de cordillera (Res. 190/2015 Min AGyP) y el valor de la hectárea de turbera según la Ley de Valuación Inmobiliaria, corregido por uso de recursos naturales (Ley Provincial 904 de Valuación Inmobiliaria).

Sobre la base de estos datos, el monto de pérdida asociada al valor de la tierra para las hectáreas afectadas por la invasión de castor ascendió en 2016 a US\$ 33,7 millones.

Para la estimación de pérdidas de producción, por su parte, se consideraron los resultados de un modelo de explotación mixto (ovino-bovino) para el ecotono fueguino propuesto por INTA para el año 2015 (Schorr et al., 2016). La producción perdida de

turba, por su parte, consideró no sólo la pérdida de ingreso por la explotación y venta de las toneladas de turba extraíbles de las hectáreas afectadas (a precios de mercado) sino también los ingresos por extracción y comercialización que deja de percibir el estado en concepto de valor de extracción, regalías y tasa de inspección y fiscalización asociadas a la explotación (Secretaría de DS y Ambiente, Res. 686/2015). En total, la pérdida por ambas actividades productivas arroja un total de US\$ 230.000 para el año 2016.

Por último, se consideró el valor de las 29.266 hectáreas de bosque afectadas por castor como sumidero de carbono. Según la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de la Secretaría de Ambiente de la Nación, cada hectárea de bosque perdida deja de absorber 189,5 toneladas de dióxido de carbono por año. Si se toma como referencia que el valor promedio para 2016 de la tonelada de CO₂ en el mercado del carbono fue de US\$ 5,65 (Sistema Europeo de Negociación de Carbono, SENDECO2), la pérdida económica asociada al servicio ecosistémico de sumidero de carbono para el bosque arrasado por la acción del castor en Tierra del Fuego asciende a US\$ 31,3 millones en 2016.

CONICET, por su parte, destinó en 2016 US\$ 196.100 a financiar investigaciones que se relacionan directa o indirectamente con la especie, incluyendo personal técnico y profesional, y el componente 4 del proyecto de la ENEEI corresponde al desarrollo del programa piloto de erradicación del castor americano, en la Provincia de Tierra del Fuego, sobre la base de la gobernanza de las especies exóticas invasoras, para lo cual tiene asignado un monto anual estimado en US\$ 1.110.000.

Ratas (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*)

Indudablemente, las ratas son el mamífero exótico invasor más extendido y con el mayor impacto económico del mundo. Las dos ratas exóticas invasoras más comunes en todo el mundo son la rata negra (*Rattus rattus*), y la parda o noruega (*Rattus norvegicus*). La primera se cree que es originaria de la India e invadió todo el mundo viajando en barcos. La segunda en cambio, es originaria de China y a partir de su llegada a Europa en el siglo XVIII fue transportada en embarcaciones hacia el resto del mundo.

Las ratas generan grandes impactos por cuatro razones. La primera es su alimentación indiscriminada. Cada rata consume 25 gramos diarios de alimento almacenado, contaminando las áreas visitadas con orina, heces, pelo y agentes patógenos. El segundo daño es material, a equipos e instalaciones (lonas, bolsas, pallets, cables, puertas), con sus consecuencias (pérdida de grano acopiado, daños en instalaciones eléctricas, daños u obstrucciones en canales de desagüe, entre muchos otros). El tercer impacto es sobre la salud. Son agentes transmisores de un gran número de enfermedades infectocontagiosas, jugando un papel preponderante en la propagación de leptospirosis y hantavirus. Por último, ejercen también un efecto destructivo sobre la biodiversidad. Ambas especies de ratas son omnívoras y consumen una amplia variedad de alimentos, incluidas semillas, plántulas, frutas, bayas, huevos y animales de pequeño tamaño.

En relación a las pérdidas, se estima que las ratas consumen al menos el 1% del grano producido a nivel mundial, y entre el 3% y el 5% en países en desarrollo (Rice Knowledge Bank).

En nuestro país, la estadística oficial no presenta la información de producción de granos en forma discriminada, ya que la misma forma parte del agregado 'producción agropecuaria'. En su lugar, se emplearon los datos disponibles para exportaciones de cereales y oleaginosas proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

(INDEC), por lo que la estimación presentada a continuación sólo considera la proporción de grano producido en el país que tiene por destino el mercado externo.

Con estos valores, la estimación más conservadora que supone una pérdida del 3% arroja un valor de US\$ 797 millones de pérdida asociada a estas dos especies de ratas para el año 2016.

Por su parte, CONICET destinó en el mismo año US\$ 144.100 a financiar investigaciones relacionadas directa o indirectamente con estas especies.

Artrópodos

Mosquito tigre (*Aedes aegypti*)

El mosquito tigre es originario de África y es vector de transmisión muy efectivo de varios arbovirus, entre los que se encuentran el dengue, la fiebre chikungunya y el zika.

Detectado en Sudamérica por primera vez de manera masiva en Brasil en el año 2008, con 120.570 casos de dengue reportados (OMS), la Argentina sufrió la primera epidemia de dengue en 2009, con 27.000 casos. En dicha oportunidad, las provincias más afectadas fueron Chaco, Catamarca, Salta, Jujuy, Santa Fe y Tucumán, aunque también fueron registrados casos autóctonos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Misiones y Entre Ríos (Tarragona et al., 2012).

Los costos económicos asociados a esta EEI se relacionan con el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad, con el lucro cesante de los enfermos y con las erogaciones destinadas a campañas de prevención y acciones de control del mosquito.

Tanto para el diagnóstico como para el tratamiento, se estimaron diferencialmente los costos para las tres enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* para las que se confirmaron casos en el año 2016 en Argentina, sobre la base de los datos proporcionados por el Ministerio de Salud de la Nación a través del Boletín Integrado de Vigilancia.

En el presente informe se presentan los costos estimados para los datos correspondientes al período comprendido entre las semanas 1 y 36 de 2016, período que comprende la mayor parte de los casos confirmados en el año.

En relación al dengue, al mes de septiembre de 2016, se habían notificado 76.734 casos, 41.233 de los cuales fueron confirmados. Del total de notificados, el 59% (45.126 casos) se estudiaron por laboratorio, de los que 20.886 resultaron positivos. Los restantes 20.347 fueron confirmados por nexo epidemiológico.

Suponiendo que la proporción de analizados por laboratorio se corresponde aproximadamente con la proporción de casos notificados por región, los costos de diagnóstico se estimaron en función de la mediana de días de notificación, asignándose a los casos reportados en CABA los costos correspondientes al protocolo de diagnóstico para casos notificados después de 5 días de la manifestación de síntomas (la mediana registrada para CABA en 2016 fue de 12 días) y los correspondientes a los casos que presentan una mediana de notificación inferior a los cuatro días para el resto de las jurisdicciones, según lo indicado en el protocolo fijado por el Ministerio de Salud de la Nación. Dado que la primera de las pruebas de laboratorio no es conclusiva, sino que sólo da lugar a la clasificación como caso probable, se incluyeron también los costos para una segunda determinación⁵.

⁵ En los casos en los que esta segunda prueba no fuera capaz de descartar la presencia del virus, debe solicitarse otra repetición de la prueba, que no está contemplada en los costos. En estos casos, el costo de diagnóstico estaría siendo subestimado.

El costo de tratamiento fue estimado de acuerdo al procedimiento establecido por el Ministerio de Salud, contemplando el valor de mercado sugerido de los fármacos indicados, el costo de las consultas médicas y la duración promedio de la internación (5 días) para el 9% de los casos confirmados⁶.

Por último, para el cálculo del lucro cesante, y a falta de datos sobre la edad de los casos confirmados, se asumió la tasa de actividad como proxy del porcentaje de trabajadores sobre el total de casos confirmados. Considerando la tasa de actividad (INDEC), la serie de remuneraciones provinciales promedio (Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial, Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social) y el tiempo estimado de convalecencia (Ministerio de Salud de la Nación), se calculó el lucro cesante en función del lugar de residencia de los casos confirmados.

Dado esto, los costos de diagnóstico estimados para dengue ascendieron en 2016 a US\$ 1.033.320; los costos de tratamiento a US\$ 4.800.180 y el lucro cesante asociado a la enfermedad a US\$ 3.685.500.

Con la misma metodología fueron estimados los costos asociados a diagnóstico, tratamiento y lucro cesante de fiebre chikungunya y zika.

Para fiebre chikungunya se confirmaron 404 casos, pero se estimaron costos de diagnóstico para la totalidad de casos notificados (3.807). El tratamiento en este caso incluye mayor cantidad de medicamentos y prácticas de mediana complejidad (exámenes radiológicos en el 50% de los casos confirmados, ecografía en el 40 y tomografía en el 10% de los casos), que fueron computadas por su costo en los servicios públicos de salud.

Para la estimación del lucro cesante asociado a chikungunya se consideró el salario correspondiente a un lapso de trece días (tres correspondiente a la fase aguda de la enfermedad y diez de convalecencia) y la misma lógica de tasa de actividad mencionada para el caso del dengue.

De este modo, se encontró que para los casos de fiebre chikungunya reportados según el Boletín Integrado de Vigilancia, hasta la semana 36 del año 2016 se habían erogado US\$ 212.300 en costos de diagnóstico, US\$ 77.260 en costos de tratamiento y US\$ 56.110 se habían perdido por lucro cesante asociado a la enfermedad.

Por último, se confirmaron 53 casos de zika de los 161 notificados. Todos fueron analizados por laboratorio, asignándole los costos correspondientes a las determinaciones indicadas por las instrucciones para equipos médicos vertidas por el Ministerio de Salud de la Nación.

El tratamiento para zika es equivalente, y por ende sus costos calculados idénticamente, a los indicados para los casos de dengue, y para el cálculo del lucro cesante se consideró el salario correspondiente a cinco días de labor.

Los valores asociados a zika alcanzaron los US\$ 12.400 en costos de diagnóstico, US\$ 6.170 en costos de tratamiento y US\$ 3.530 de lucro cesante para las semanas epidemiológicas 1 a 36 de 2016.

Dada la importancia pública que han adquirido las enfermedades transmitidas por el *Aedes aegypti*, las investigaciones relacionadas directa e indirectamente con la especie han experimentado un importante crecimiento en los últimos años, importando una inversión anual, en 2016, de US\$ 541.500 sólo por parte de CONICET.

En relación a los planes y programas de prevención y control de las enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*, sólo se consideraron los de alcance nacional, incluyendo

⁶ Esta proporción fue tomada del estudio de Tarragona et al. (2012) para la epidemia de dengue en 2009 y es dable que se mantenga estable dado que la proporción de casos graves sobre casos ambulatorios se mostró en 2016 similar a la de 2009.

el monto presupuestado en 2016 para el Ministerio de Salud de la Nación en concepto de Investigación para la Prevención y Control de Enfermedades Tropicales y Subtropicales, que asciende a US\$ 13,2 millones.

EEI acuáticas

Mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) y Especies de Fouling

La invasión de mejillón dorado en Sudamérica comenzó en el momento en que fue introducido, presumiblemente por el agua de lastre transportada por buques comerciales provenientes del continente asiático, en el estuario del Río de la Plata, alrededor de 1990. La presencia de este bivalvo generó fuertes impactos en forma casi inmediata tanto en el ambiente natural como en el humano, iniciando una invasión casi sin precedentes, explicada por su rápido crecimiento, rápida madurez sexual y alta fecundidad que le permiten un efectivo asentamiento y un rápida reproducción y colonización de nuevas áreas (Darrigran et al., 2005).

En la Argentina, la especie ha colonizado exitosamente la cuenca del Río de la Plata y una pequeña cuenca endorreica en la provincia de Córdoba, la de los ríos Tercero-Caracaráñá, donde el mejillón debió llegar por vía terrestre incrustado en el casco de alguna embarcación deportiva.

En relación a su impacto económico, el mejillón dorado afecta el estado y funcionamiento de todo tipo de instalaciones mecánicas e industriales, generando reducciones en el diámetro de tuberías, disminución de la velocidad del agua y eventual bloqueo de filtros y sistemas de agua e incluso contaminación del agua por mortalidad masiva. Innumerable cantidad de plantas han reportado daños asociados a la presencia de mejillón dorado en las dos cuencas invadidas de nuestro país, entre las que se cuentan plantas purificadoras de agua, centrales termoeléctricas, hidroeléctricas y nucleares y el sector industrial en general.

Sin embargo, las pocas estimaciones de pérdidas asociadas a la presencia de este molusco en instalaciones hechas por el hombre, se limitan a reportes internos de limitada distribución y muy difícil acceso, y los ingenieros de las plantas afectadas no tienen incentivos (o en ocasiones no están habilitados, entrenados para o interesados en) hacer públicos los problemas que encuentran en su operatoria habitual y, menos aún, algunos de los métodos de control de la especie –particularmente los químicos- que suelen importar algún daño ambiental (Boltovskoy et al., 2015).

Por su parte, y pese a no haber estimaciones del daño económico generado por mejillón dorado, existen estudios que reportan costos de control asociados a macrofouling de agua dulce, lo que incluye mejillón dorado y otras especies animales que generan impactos similares. Nakano y Strayer (2014) estimaron dichos costos a nivel global combinando el costo unitario del agua extraída para consumo doméstico y generación eléctrica para Norteamérica con datos de tomas de agua dulce para dichos usos alrededor del mundo. El monto estimado subestima indudablemente el verdadero impacto de las especies de fouling de agua dulce debido principalmente a que sólo considera especies animales y a que no contempla el impacto sobre otras actividades, como la navegación, la pesca, otros usos recreativos y el potencial daño a sistemas de riego.

Así, considerando la estimación de Nakano y Strayer (2014), y sobre la base de la población total para nuestro país (INDEC), el costo de control para sistemas de

tratamiento de agua para uso doméstico y plantas termoeléctricas para la Argentina asciende anualmente a US\$ 1.600.000 y US\$ 89.200 respectivamente.

En relación al biofouling marino o incrustaciones biológicas, se estima que a nivel global, la industria marítima destinaba en 2012 al menos US\$ 6.000.000.000 por año a la prevención y remoción de incrustaciones biológicas en instalaciones portuarias y embarcaciones de todo el mundo (Cleanship, 7° Programa Marco de la Comisión Europea, CORDIS, 2012). Este valor subestima probablemente el monto actual, dados los nuevos desarrollos en pinturas antiincrustantes y mecanismos de control ajustados a los nuevos lineamientos para el control y manejo de incrustaciones biológicas en embarcaciones para minimizar el traslado de EEI propuestos por la Organización Marítima Internacional (IMO, 2012). La consideración de esta estimación, sobre la base del volumen de tráfico marítimo en TEU, indica que Argentina destina por año unos US\$ 19.150.000 a control, prevención y remoción de incrustaciones biológicas provenientes del mar.

Por otra parte, estas especies generan también costos de control en la actividad acuícola, que según FAO representan entre el 5 y el 10% del valor de la industria. Dados los últimos valores disponibles de producción acuícola marina para el año 2015, concentrada en el cultivo de mejillón y cholga en Tierra del Fuego y ostra cóncava en la provincia de Buenos Aires, a precio FOB (Dirección de Estadísticas y Censos de la provincia de Río Negro), se estima que estos costos de control ascienden a US\$ 4.500 anuales.

Por último, se consideró la inversión de CONICET en investigación relacionada directa e indirectamente con mejillón dorado e incrustaciones biológicas, lo que implicó la suma de US\$ 343.100 y US\$ 262.390 respectivamente en el año 2016.

Reino Chromista

Alga Didymo (*Didymosphenia Geminata*)

Didymosphenia geminata es un alga unicelular invasiva de corrientes de agua dulce, ríos y lagos de aguas frías y templadas, originaria del hemisferio norte. Es un organismo microscópico pero en sus floraciones genera una formación mucilaginoso de amplia cobertura llamada “moco de roca”, que tiene la textura y apariencia de una lana de algodón sucia y amarronada. Dependiendo de la biomasa, esta sustancia degrada ecosistemas de ríos y lagos, afectando especies acuáticas e invertebrados, e impactando potencialmente especies de peces y aves, por lo que puede eventualmente afectar la pesca deportiva y otras actividades recreativas.

No se trata de un alga tóxica ni implica riesgos significativos para la salud humana, siendo su impacto casi puramente estético.

En los últimos años el rango de distribución se ha extendido considerablemente ocupando cursos de agua con mayor riqueza de nutrientes, alcanzando niveles de abundancia sin precedentes. En el Hemisferio Sur, su introducción fue registrada por primera vez en Nueva Zelanda en el año 2004 y por primera vez en la Argentina en el año 2010.

En 2012, y tras la declaración del alga como especie exótica invasora (Res. SADyS 991/12), se conformó la Comisión Técnica Regional (CTR) para el control de didymo en el ámbito de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación, integrada por las autoridades ambientales de las provincias de Río Negro, Neuquén y Chubut, representantes técnicos de las provincias patagónicas afectadas, la Administración de

Parques Nacionales (APN) y la Autoridad Interjurisdiccional de Cuenca de los ríos Limay, Neuquén y Negro. La CTR no maneja presupuesto propio, sino que cada gobierno o entidad participante asume como propios sus costos de representación y logística, por lo que no corresponde imputarle valor alguno en el marco de esta estimación.

Al margen de la CTR, cada una de las provincias afectadas por la invasión maneja su propio presupuesto para difusión, control y prevención del alga en su respectiva jurisdicción. El gobierno de Río Negro, por ejemplo, estima un gasto de US\$ 1.950 anuales en concepto de campañas, reuniones y talleres relacionadas con didymo (B. Marqués, Secretaría de Ambiente de la provincia de Río Negro, com. pers.), mientras que la provincia de Neuquén destinó en 2016 la suma de US\$ 22.095 al mantenimiento de los puestos de bioseguridad instalados en Aluminé y Junín de los Andes (Gobierno de la provincia del Neuquén).

Por su parte, en el marco del Componente 3.2.2 del proyecto, que corresponde al piloto de Alga Didymo en las provincias de Río Negro, Neuquén, y Chubut, los gobiernos de las provincias de Río Negro y Chubut asignan anualmente US\$ 498.600 al piloto del alga, la APN destina US\$ 10.455 anuales a la limpieza de equipos de pesca y CONICET destinó en 2016 US\$ 111.700 a investigación relacionada con la especie.

En relación a las actividades potencialmente afectadas, la provincia de Tierra del Fuego no ha reportado disminuciones en los ingresos provenientes de pesca deportiva derivadas de la presencia de didymo (S. Novelli, Jefe de la Delegación Río Grande de INFUETUR, com. pers.). No obstante no haber hallado evidencia sobre disminuciones en los ingresos de actividades económicas por presencia del alga, los impactos potenciales de la misma, en caso de que no se impidiera su avance, podrían superar los US\$ 30 millones anuales sólo por el daño ocasionado al cultivo de trucha en las áreas afectadas.

Reino Protista

Alga undaria o Wakame (*Undaria pinnatifida*)

El alga undaria (*undaria pinnatifida*) es nativa del Pacífico Noroccidental y fue introducida accidentalmente a través del movimiento de embarcaciones a las costas de Nueva Zelanda, Australia, Norteamérica y Argentina.

En nuestro país, fue descubierta por primera vez en Puerto Madryn en 1992, probablemente transportada en el agua de lastre o el casco de algún buque procedente de Corea o Japón, y a partir de entonces generó un gran interés en la comunidad científica relacionada con el mar. El wakame coloniza rápidamente aguas tranquilas (crece hasta diez veces más rápido que otras algas), pudiendo desarrollarse normalmente en aguas contaminadas o enriquecidas con nutrientes. Compite por la luz y el espacio con algas nativas y algunas especies de peces, afectando la biodiversidad, y se incrusta en buques, infraestructura marina e instalaciones de acuicultura, ocasionando cuantiosos gastos de limpieza y mantenimiento.

Actualmente, abarca casi la totalidad del litoral atlántico y en Puerto Madryn forma un bosque sumergido hasta una profundidad de 1,60 metros que alcanza una extensión de 10 km a lo largo de la costa.

En relación al impacto económico, el wakame genera costos asociados a limpieza y mantenimiento de playas tras las arribaciones de algas, y afecta en forma negativa las actividades recreativas y de buceo desarrolladas en las áreas invadidas. Por otra parte,

su capacidad para desarrollarse sobre cualquier tipo de sustrato le permite acumularse en cascos de buques, boyas, marras y tomas de agua, complejizando y encareciendo las tareas de limpieza.

Desde el punto de vista productivo, están en este momento en desarrollo varias iniciativas para la extracción, procesamiento y comercialización de wakame, en un claro intento por revertir el impacto negativo de una especie que ya está completamente instalada y es por sus características imposible de erradicar (Dellatorre et al., 2014).

CONICET ha destinado en 2016 un monto aproximado de US\$ 164.000 a la investigación y soporte técnico para el estudio de la especie. Sin embargo, debe destacarse que desde su detección en 1992 hasta el período considerado en esta estimación se ha destinado una enorme cantidad de recursos financieros y humanos a la investigación de la invasión de undaria y a controlar la expansión de la especie a través de programas ambientales específicos.

4. Agregación y cálculo del costo asociado a EEI a nivel nacional.

La consideración conjunta de los costos estimados para las especies ut supra listadas son sólo una representación de los efectos negativos que las EEI ejercen actualmente en los sistemas productivos y los presupuestos públicos y privados destinados a controlarlas en nuestro país.

Adicionalmente, se incorporó a la estimación parte del presupuesto de la Secretaría Nacional de Seguridad Agroalimentaria (SENASA), dado que una gran proporción de los asuntos atendidos por este organismo son originados por EEI. El criterio utilizado en este caso fue el mismo que se aplicó al cálculo de costos asociados al control de malezas invasoras, y consiste en incorporar una proporción del presupuesto asignado al organismo para el año 2016. Así, y considerando que aproximadamente el 75% de las enfermedades y patógenos controlados por SENASA son exóticos, se imputó al costo total de EEI la suma US\$ 182,9 millones por este concepto.

Con respecto a las erogaciones previstas en el marco del proyecto de la ENEEI, y al margen de los montos ya asignados específicamente a los pilotos de castor, ligustro, tamarisco y didymo, se estima un monto anual destinado al diseño de la estrategia de exóticas de US\$ 3,63 millones que se suman en la estimación en el rubro de costos de control. Este monto incluye la contribución del GEF y el co-financiamiento del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, CONICET, INTA, SENASA, la Secretaría Nacional de Comunicación Pública (CUDAP), APN, PNA, los gobiernos provinciales y la FAO.

Dado esto, se estima que, como mínimo, las EEI generan anualmente en Argentina daños en la producción que ascienden a US\$ 2.255,4 millones, costos de control por un monto aproximado de US\$ 1.130,8 millones y una inversión en ciencia y técnica de unos US\$ 2,95 millones en ciencia e investigación directa o indirectamente relacionada con las invasiones biológicas de estas especies.

Esto significa una pérdida mínima de , las EEI reportaron una pérdida de al menos US\$ 3.389,15 millones durante el año 2016, monto que equivale a un 0,63% del Producto Bruto Interno argentino para el mismo período. La Tabla 1 resume los resultados de la estimación.

**Tabla 1. Costo estimado de EEI en la Argentina.
Año 2016, en miles de dólares.**

	Pérdidas y daños	Costos de control	I+D	TOTAL
Plantas				
Malezas	-	910,000	890	910,890
Tamarisco	29,550	225.5	20.36	29,796
Pasto cubano	NA	14.5	-	14.5
Ligustro	40.2	NA	170.2	210.4
Mamíferos				
Jabalí	1,352,000	31.3	113	1,352,144.3
Castor	65,230	1,110	196.1	66,536.1
Ratas	797,000	NA	144.1	797,144.1
Artrópodos				
Aedes Aegypti	9,887	13,200	541.5	23,628.5
EEI acuáticas				
Mejillon dorado	1,689.2	NA	343.1	2,032.3
Biofouling marino	4.5	19,150	262.4	19,416.9
Chromista				
Alga Didymo	-	533.1	111.7	644.8
Protista				
Alga Undaria	NA	NA	164	164
SENASA	-	182,900	-	182,900
GCP/ARG/023/GFF*	-	3,630	-	3,630
TOTAL	2,255,400.9	1,130,794.4	2,956.46	3,389,15

5. Comentarios finales

El impacto económico de las invasiones biológicas ha sido escasamente estudiado en la literatura debido principalmente a las dificultades para hallar información privada confiable sobre daños en la producción, costos de control e impactos indirectos que, en general por desconocimiento, no son habitualmente atribuidos a la presencia de EEI.

Este trabajo presenta una estimación parcial del impacto de un conjunto de especies exóticas que han sido reconocidas como invasoras en los ecosistemas nativos argentinos y que resultan representativas de su impacto a lo largo de las diferentes regiones y sectores productivos el país.

Siendo extremadamente conservadora y limitada -ya que incluye sólo algunos de los efectos de las especies consideradas- el resultado de la estimación indica que, sólo en 2016, esta estrecha muestra de EEI generaron una pérdida de al menos US\$ 3,38 billones. Este valor iguala el monto producido por extracción de minerales metalíferos y explotación de minas y canteras; duplica la contribución monetaria de la silvicultura, extracción de madera y servicios conexos al PBI nacional; y triplica el presupuesto nacional destinado a ciencia y tecnología durante el mismo período.

Pese a que la estimación incluye únicamente algunos de los impactos asociados a doce especies de un total de 723 reportadas en el territorio nacional, el resultado puede ser útil para ilustrar la magnitud del problema y subrayar la importancia de implementar políticas de prevención, detección temprana y acción precoz para evitar el desarrollo de nuevas invasiones.

Por otra parte, debe remarcarse que si bien esta estimación está principalmente dirigida a advertir los costos económicos de las EEI derivados de daños en la producción, acciones de prevención y control y gastos de investigación y desarrollo, las invasiones biológicas implican un enorme costo en términos de pérdida de biodiversidad que no sólo es inmensurable en términos monetarios, sino que también puede ser irreversible. En este contexto, las EEI deberían ocupar un rol central en la política ambiental y de conservación de la biodiversidad en todos los niveles gubernamentales, que es plausible sólo si se extiende el conocimiento de la problemática de las invasiones biológicas a todos los sectores involucrados. Es por esto que tanto la educación ambiental en materia de EEI como el componente comunicacional son piezas fundamentales en la implementación de una estrategia nacional capaz de involucrar a todos los actores sociales relacionados con (o afectados por) el avance de las invasiones biológicas. El compromiso de los hacedores de política ambiental, tomadores de decisiones, productores y consumidores, así como el desarrollo e implementación de legislación específica en la materia, se vuelven elementos esenciales para alcanzar resultados satisfactorios en el manejo y control de EEI a lo largo del territorio nacional.

AGRADECIMIENTOS

A los Dres. S. Zalba (CONICET - UNS) y Yannina Cuevas (CONICET – UNS) por su invaluable aporte en el proceso de selección de especies e identificación de impactos.

A Mario VIGNA (INTA, EEA Bordenave); Daniel IURMAN (INTA, EEA Ascassubi); Gregorio GAVIER PIZARRO (INTA, Instituto de Recursos Biológicos); Evangelina Natale (Piloto tamarisco, GCP/ARG/023/GFF); Hilda Dubrovsky (Fundación Bariloche); Marina Recalde (CONICET, Fundación Bariloche); Tania Witanowsky (Piloto tamarisco, GCP/ARG/023/GFF); Ana Ferreras (CONICET, UNC); Lia Montti (Instituto de Ecología Regional, CONICET, UNT); Beatriz Marques (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Río Negro); Javier Rossi; Jorge Bridi (Subsecretaría de Pesca, Provincia de Río Negro); Cecilia van de Couter (Dirección Provincial de Estadísticas y Censos, Río Negro); María Fernanda Cuevas (GIB, IADIZA, CONICET CCT Mendoza); Sebastián Ballari (CONICET, Parque Nacional Nahuel Huapi (CENAC), APN); Luciano La Sala (CONICET CCT Bahía Blanca - UNS); Marcelo Cavicchia (Dirección Regional Noroeste Argentino, APN); Franca Bidinost (INTA, EEA Bariloche – Criadero INTA Pilca Viejo); Silvana Montanelli (Dirección de Fauna y Flora Silvestre, Subsecretaría de Ganadería, Ministerio de la Producción, Chubut); Adrián Schiavini (Piloto Castor, GCP/ARG/023/GFF); Erio Curto (Dirección General de Áreas Protegidas y Biodiversidad - SADS y CC, TdF); Sebastián Novelli (División Gestión Operativa Río Grande, Instituto Fueguino de Turismo, Delegación Río Grande). Nadia Ripari (Hospital Interzonal Dr. José Penna); Ma. Eugenia Elorza (IIESS, CONICET – UNS); Mirta B. Brini; Roberto Glaser (Área Mantenimiento, CTM Salto Grande); Esteban Paolucci (Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, CONICET); Evangelina Schwindt (Piloto Puertos, GCP/ARG/023/GFF); Fernando Dellatorre (CENPAT, CONICET) por proveer la información contenida en esta estimación.

Al equipo de consultores del proyecto GCP/ARG/023/GFF, por la idoneidad, capacidad de trabajo y calidad humana abocadas al estudio de las invasiones biológicas.

REFERENCIAS

- Ayup, M. M., Montti, L., Aragón, R., & Grau, H. R. (2014). Invasion of *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) in the southern Yungas: Changes in habitat properties and decline in bird diversity. *Acta Oecologica*, 54, 72-81.
- Barrios-García, M. N., & Ballari, S. A. (2012). Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. *Biological Invasions*, 14(11), 2283-2300.
- Cavicchia, M. & Gil, G. (2015). Resultados interanuales del Plan de Control de Mamíferos Exóticos Invasores del Parque Nacional El Palmar 2006-2014. Delegación Regional NEA, APN.
- Cuevas, M. F., Ojeda, R. A., & Jaksic, F. M. (2016). Ecological strategies and impact of wild boar in phytogeographic provinces of Argentina with emphasis on aridlands. *Mastozoología Neotropical*, en prensa.
- Darrigran, G., Damborenea, C., & Penchaszadeh, P. E. (2005). El mejillón dorado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) en la Cuenca del Plata. Invasores: invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina aledaña. Buenos Aires: Eudeba, 39-102.
- Dellatorre, F. G., Amoroso, R., Saravia, J., & Orensanz, J. M. (2014). Rapid expansion and potential range of the invasive kelp *Undaria pinnatifida* in the Southwest Atlantic. *Aquatic Invasions*, 9, 467-478.
- Ferreras, A. E., Giorgis, M. A., Tecco, P. A., Cabido, M. R., & Funes, G. (2015). Impact of *Ligustrum lucidum* on the soil seed bank in invaded subtropical seasonally dry woodlands (Córdoba, Argentina). *Biological invasions*, 17(12), 3547-3561.
- Furey, C., Tecco, P. A., Perez-Harguindeguy, N., Giorgis, M. A., & Grossi, M. (2014). The importance of native and exotic plant identity and dominance on decomposition patterns in mountain woodlands of central Argentina. *Acta Oecologica*, 54, 13-20.
- Gavier-Pizarro, G. I., Kuemmerle, T., Hoyos, L. E., Stewart, S. I., Huebner, C. D., Keuler, N. S., & Radeloff, V. C. (2012). Monitoring the invasion of an exotic tree (*Ligustrum lucidum*) from 1983 to 2006 with Landsat TM/ETM+ satellite data and Support Vector Machines in Córdoba, Argentina. *Remote Sensing of Environment*, 122, 134-145.
- Gortázar, C., Ferroglio, E., Höfle, U., Frölich, K., & Vicente, J. (2007). Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. *European Journal of Wildlife Research*, 53(4), 241.
- Gürtler, R. E., Izquierdo, V. M., Gil, G., Cavicchia, M., & Maranta, A. (2017). Coping with wild boar in a conservation area: impacts of a 10-year management control program in north-eastern Argentina. *Biological Invasions*, 19(1), 11-24.
- Henn, J. J., Anderson, C. B., & Pastur, G. M. (2016). Landscape-level impact and habitat factors associated with invasive beaver distribution in Tierra del Fuego. *Biological Invasions*, 18(6), 1679-1688.
- Hoyos, L. E., Gavier-Pizarro, G. I., Kuemmerle, T., Bucher, E. H., Radeloff, V. C., & Tecco, P. A. (2010). Invasion of glossy privet (*Ligustrum lucidum*) and native forest

loss in the Sierras Chicas of Córdoba, Argentina. *Biological invasions*, 12(9), 3261-3275.

Lizzarralde, M. (2016). *Especies Exóticas Invasoras (EEI) en Argentina: Categorización de mamíferos invasores y alternativas de manejo*. Mastozoología Neotropical, en prensa, 2016.

Lowe S., Browne M., Boudjelas S. & De Poorter M. (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp. First published as special lift-out in *Aliens* 12, December 2000. Updated and reprinted version: November 2004.

Merino, M. L., Carpinetti, B. N. & Abba, A. M. (2009). Invasive mammals in the National Park System of Argentina. *Natural Areas Journal* 29, 42-49.

Nakano, D., & Strayer, D. L. (2014). Biofouling animals in fresh water: biology, impacts, and ecosystem engineering. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(3), 167-175.

Novillo, A. & Ojeda, R. A. (2008). The exotic mammals of Argentina. *Biological Invasions* 10, 1333-1344.

IMO (2012). *Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatics Species*, 2012 Edition.

Palau, P. A. M. U. H., Senesi, A. M. U. S., & Mogni, A. L. (2016) *Impacto económico macro y micro de malezas resistentes en el agro argentino*. FAUBA-ADAMA.

Pimentel, D., Zuniga, R., & Morrison, D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological economics*, 52(3), 273-288.

Sanguinetti, J., & Pastore, H. (2016). *Abundancia poblacional y manejo del jabalí (Sus scrofa): Una revisión global para abordar su gestión en la Argentina*. Mastozoología Neotropical, en prensa, 2016.

Schorr, A., Mercado, J., Canalis, D. & Olmedo, E. (2016). *Modelización económica de los principales sistemas ovinos y bovinos del Ecotono fueguino (para 10.000 y 15.000 hectáreas)*. INTA EEA Santa Cruz, 2016.

Tarragona, S., Monteverde, M., Marchioni, S., Caporale, J., Pereiro, A. C., & Palacios, J. M. (2012). Dengue en la Argentina: un análisis económico del impacto de la epidemia de 2009. *Salud colectiva*, 8(2), 151-162.

Zavaleta, E. (2000). The economic value of controlling an invasive shrub. *AMBIO: a Journal of the Human Environment*, 29(8), 462-467.