

# REVISTA BIOINVASIONES

*Revista de invasiones biológicas de América Latina y el Caribe*



**Volumen 1- Año: 2016**

<http://bioinvasiones.org/>

Bioinvasiones publica artículos científicos y revisiones sobre invasiones biológicas en todo tipo de especies y reportes sobre nuevas introducciones e invasiones recientes, en todo tipo de ecosistemas en América Latina y el Caribe. Nos interesa también publicar propuestas sobre prevención, control o políticas para el manejo de invasiones en América Latina y el Caribe. Recibimos también propuestas para publicar números especiales como resultados de simposios, talleres, cursos y grupos de trabajo.

BioInvasiones es la continuación del Boletín de la Red Latinoamericana para el Estudio de Especies Invasoras; este Boletín fue publicado entre los años 2011 y 2014.

BioInvasiones estará disponible solo en versión digital. Nuestros artículos estarán disponibles en internet en la página web [www.bioinvasiones.org](http://www.bioinvasiones.org)

### Comité editorial

- Ramiro Bustamante
- Ileana Herrera
- Philip Hulme
- Martín Núñez
- Anibal Pauchard
- Daniel Simberloff

**En la fotografía de la primera página, se muestra a la chinita harlequín, *Harmonia axyridis* (Tomada por Bernardo Segura).**



**LISTADO DE ESPECIES INVASORAS CON POTENCIAL PARA ACCIONES DE COMPENSACIÓN EQUIVALENTE DE BIODIVERSIDAD EN EL CONO SUR DE SUDAMÉRICA**

**LIST OF INVASIVE SPECIES WITH POTENTIAL FOR EQUIVALENT COMPENSATION ACTIONS OF BIODIVERSITY IN THE SOUTH CONE SOUTHAMERICA**

MILÉN DUARTE M<sup>1,2</sup>. & CLAUDIA SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, <sup>2</sup>Instituto de Ecología y Biodiversidad

<sup>3</sup>Wildlife Conservation Society, Chile. E-mail: [mylenduarte@gmail.com](mailto:mylenduarte@gmail.com)

**Resumen**

Las compensaciones por biodiversidad, son un instrumento de gestión para la conservación que busca compensar los impactos generados por la actividad humana sobre la biodiversidad. El presente trabajo tiene como objetivo listar especies invasoras de animales y plantas para las cuales su control tenga el potencial de ser usado para compensar actividades que generan daños en la biodiversidad en Sudamérica. Fueron encontradas 38

especies potenciales a ser usadas en compensaciones, de las cuales un 84 por ciento pueden ser controladas por métodos manuales, mientras que las demás tienen controles culturales, químicos y/o biológicos. Más de la mitad de estas especies generan alto impacto sobre la diversidad biológica, por tanto su uso en gestión para la conservación es clave para controlar el deterioro de la biodiversidad en la región.

**Introducción**

La pérdida de biodiversidad a nivel mundial, se atribuye a la pérdida de hábitat, contaminación, introducción de especies exóticas, cambio climático y

sobre-explotación de recursos. Esto, principalmente por la intensificación de las actividades extractivas y productivas generadas por las grandes cadenas de

producción a nivel mundial. Para manejar impactos desde quienes los generan, existe una jerarquía de medidas de mitigación compuestas de

prevención, minimización y compensación equivalente de biodiversidad (Figura 1).

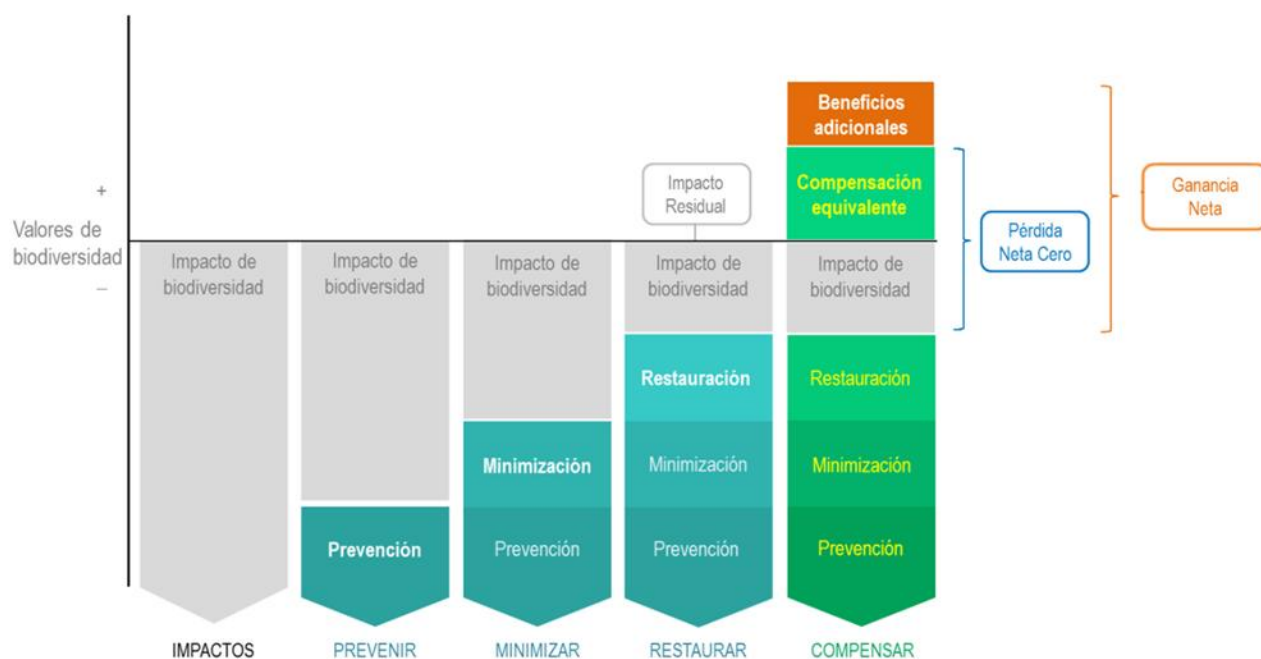


Figura 1. Cadena de pasos para la jerarquía de mitigación de impactos (modificado de Aiama *et al.* 2015)

La compensación equivalente de biodiversidad (en inglés *biodiversity offset*), es un instrumento de gestión ambiental compuesto de medidas diseñadas para abordar los impactos de proyectos de desarrollo productivo sobre la biodiversidad, y que tiene como objetivo que, como resultado del balance entre impactos y medidas de gestión, se produzca al menos una Pérdida Neta Cero de biodiversidad o incluso una ganancia neta, con respecto a la composición de especies, estructura

de hábitat, función de ecosistemas y uso de las personas o valores culturales asociados a biodiversidad (BBOP, 2012). Este instrumento, de ser bien aplicado, puede disminuir la pérdida de biodiversidad, disminuyendo la pérdida de hábitat o minimizando los impactos generados sobre los ecosistemas, hábitat y especies (Quétier F & Lavorel S. 2011). La noción de *equivalencia* en la compensación, hace referencia a que los impactos y las medidas de compensación a ejecutar sean

comparables en términos del componente de la biodiversidad en cuestión (es decir, una especie, tipo de hábitat, ecosistema, etc) y la magnitud de las pérdidas generadas por el impacto y las ganancias generadas por la compensación (BBOP 2012, Gardner *et al.* 2013). En Latinoamérica, países como México, Colombia, Perú y Brasil tienen regulaciones específicas que requieren este tipo de compensaciones (Villaroya *et al.* 2014), mientras que otros países tienen o están desarrollando regulaciones que permiten su uso (Gelcich *et al.* 2016, TBC 2016).

Dentro de los factores de pérdida de biodiversidad, las especies invasoras se consideran uno de los precursores más importantes (Sala *et al.* 2002), ya que éstas compiten por hábitat y recursos, y además, impactan por depredación a las especies nativas y endémicas. En consecuencia, el control o erradicación de especies exóticas y dañinas son acciones deseables para generar beneficios a la biodiversidad, y por lo tanto, el control de estas especies puede constituir acciones de compensación equivalente de biodiversidad, al contribuir a mejorar la calidad de ecosistemas nativos degradados (Norton & Warburton 2014, Holmes *et al.* 2016).

El control dice relación con manejar y controlar las poblaciones de especies invasoras mediante acciones que disminuyan las poblaciones y limiten su espacio de ocupación (Norton & Warburton 2014). Para ello, es necesario generar planes de acción que sean realizables técnicamente, adaptables a cambios en las tácticas o estrategias de producción, con conocimiento ecológico de las especies, y financiamiento que permita dar continuidad a los planes (Norton & Warburton 2014). Por otra parte, la erradicación de especies invasoras ha sido mejor documentada para el caso de invasiones en islas, esto principalmente por los límites naturales de movilidad de las especies de animales y dispersión de plantas durante la aplicación de las acciones de manejo (Holmes *et al.* 2015).

La biodiversidad de Sudamérica ha sido también afectada por las invasiones biológicas (Pauchard *et al.* 2011, Gardener *et al.* 2012), sin embargo el desconocimiento de las especies invasoras y la falta de medidas concretas para su manejo, son hoy una tarea pendiente (Núñez & Pauchard 2010).

Uno de los desafíos para que el manejo de especies invasoras pueda ser aplicado en esquemas de compensación

equivalente es que éste sea técnicamente factible (Norton & Warburton 2014). Existen numerosos estudios sobre especies invasoras de animales y plantas en Sudamérica (Pauchard *et al.* 2011). las que pueden ser utilizadas como foco para compensar biodiversidad mediante su erradicación o control (Tabla 1). Conectar compensaciones de biodiversidad con manejo de especies invasoras podría ser un punto de inflexión interesante para la problemática de las invasiones biológicas en América del Sur. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es explorar el potencial de trabajar con especies invasoras en compensaciones por biodiversidad. Para ello, se propone un listado de especies identificadas como invasoras en Sudamérica, y de las cuales se conoce algún método de control.

### **Metodología**

Para generar un listado de especies invasoras como potenciales para compensación, se realizó una búsqueda exhaustiva de especies de plantas y animales invasoras de Sudamérica en los buscadores y fuentes de ISI Web of Science, libros de divulgación para Sudamérica; y como filtros de búsqueda en español "especie invasora" y

"Sudamérica" o "América del Sur" o "Cono sur", tanto en inglés (i.e. South America, "invasive specie" , "Alien specie") . No fueron incluidas islas oceánicas en el análisis. Luego, el listado fue filtrado con aquellas especies de las cuales se tiene conocimiento de algún método de control biológico efectivo.

Por otra parte, con la finalidad de priorizar entre el listado de especies invasoras, se evaluó el impacto sobre la biodiversidad de cada especie. Para ello se utilizaron los criterios distribución de la invasión(número de países donde invade), evaluación en el listado de "las 100 especies más invasoras del mundo"(UICN 2000) e impacto sobre la biodiversidad conocido hasta la fecha. De este modo, se construyó una clasificación de impactos: Alto (listado UICN 2000 y/o invasión en más de cuatro países y/o impactos conocidos como extensivos sobre otras especies o servicios ecosistémicos), Medio (invasión en más de dos países) y Bajo(invasión en solo un país).

### **Resultados**

Se listaron 31 especies de plantas y 7 especies de animales, todas invasoras en algún país de Sudamérica (Tabla 1). Del total de especies listadas, 26 especies de plantas y 6 de animales pueden ser

controladas mediante métodos manuales; 2 especies de animales y 5 de animales por métodos de control culturales; 20 especies de plantas por métodos químicos; y 4 especies de plantas y una especie de animal por métodos biológicos. En cuanto a los impactos sobre la biodiversidad 22 especies que tienen alto impacto sobre la biodiversidad, 13 especies fueron clasificadas como de medio impacto y dos especies con impacto medio.

*Tabla 1. Listado de especies invasoras de plantas y animales, con potencial de ser utilizadas para compensación por biodiversidad.*

Especie invasora	Donde invade	Impacto sobre la biodiversidad	Método de control				Bibliografía específica
			Mecánico	Cultural	Químico	Biológico	
Plantas							
<i>Salsola kali</i> (cardo ruso)	Argentina y Chile	Medio	Si, arar los sitios infestados.	Si, quema en otoño.	Si, herbicidas		Ayres D et al. 2009, Chinnock R (2010)
<i>Conium maculatum</i> (cicuta)	Chile, Argentina, Brasil, Uruguay	Alto	Si, remoción manual.				Castells E et al. (2005), Fuentes N et al. (2013), Panter K et al. (1988)
<i>Centaurea solstitialis</i> (Abrepuño)	Chile, Argentina, Uruguay	Alto	Si, supresión de semillas.	Si, quemas, pastoreo y siembra de especies competitivas.	Si, herbicida clopiralid y picloram.	Si, <i>Eustenopus villosus</i> y <i>Chaetorellia succinea</i>	Maddox DM et al. (1985), Larson LL y Sheley RL (1994), DiTomaso JM (2001), Hierro JL Y col (2006)
<i>Cirsium vulgare</i> (cardo negro)	Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay	Alto	Si, manual. Cortar la roseta o el tallo para evitar floración.		Si, herbicida sobre la rosera.	Si, mosca toro del cardo ( <i>Urophora stylata</i> )	Bruzzese E(1996), Bullock J y col (1994), Forcella F y Randall JM (1994), Michaux B(1989), Quiroz



							et al. (2009)
<i>Taraxacum officinale</i> (diente de león)	Chile, Venezuela, Ecuador y Argentina	Medio	Sí, manual con raíz incluida.		Sí, herbicidas y bioherbicidas.		Cavieres et al. (2005)
<i>Echium vulgare</i> (lengua de vaca)	Chile y Argentina	Medio	Sí, revegetación en zonas con la planta para generar sombra.		Sí, Metsulfuron y Clorsulfuron.		Carvallo GO et al. (2013)
<i>Convolvulus arvensis</i> (correhuela)	Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Perú y Uruguay.	Alto	Sí, pero requiere un plan integral.		Sí, herbicidas 2, 4-D, MCPA y dicamba.		Quiroz et al. (2009)
<i>Ricinus communis</i> (higuerilla)	Venezuela, Brasil, Ecuador(Galápagos) y Chile.	Alto	Sí, remoción manual de plántulas.		Sí, herbicida Picloram +2.4D.		Sujatha et al. (2008)
<i>Acacia dealbata</i> (aromo)	Chile, Argentina, Bolivia, Uruguay y Brasil.	Alto	Sí, remoción manual.				Fuentes- Ramirez A et al. (2010), Fuentes- Ramirez A et al. (2011)

<i>Genista monspessulana</i> (retamilla)	Chile, Argentina, Colombia)	Medio	Sí, remoción de plántulas y adultos, y quema controlada.		Si, herbicidas.	Si, <i>Arytainilla hakani</i> , <i>Lepidapion argentatum</i> y <i>Chyliza leptogaster</i> .	Gómez P y col(2012), Pauchard et al. (2008).
<i>Gleditsia triacanthos</i> (acacia negra)	Argentina y Uruguay	Medio	Sí, manual.				Leggieri L (2010)
<i>Robinia pseudoacacia</i> (acacio)	Chile y Argentina	Medio	Sí, mediante quema.		Si, herbicidas con glifosato 6,25%		Akamatsu F et al. (2014), Castro-Díez P et al. (2014), Sabo AE (2000), Boring L y Swank W(1984)
<i>Ulex europaeus</i> (espino amarillo)	Argentina, Chile, Brasil, Colombia, Bolivia, Ecuador y Uruguay.	Alto	Sí, revegetación en zonas colindantes para evitar el paso de luz.		Si, herbicidas.		Clements DR et al. (2001), Gaynor D y MacCarter L (1981)
<i>Azadirachta indica</i> (neem)	Colombia, Brasil, Bolivia y Venezuela	Alto			Si, herbicidas como triclopir.		Mohali S et al. (2002), Nisbet AJ (2000), Moro MF et al. (2013), Schmutterer H (1990)

<i>Ligustrum lucidum</i> (ligustro)	Argentina, Uruguay y Bolivia.	Alto	Sí, extracción renovales desde la raíz.				Hoyos LE et al. (2010)
<i>Eschscholzia californica</i> (dedal de oro)	Chile y Argentina	Medio			Sí, herbicida pendimethalin y DCPA		Leger EA y Rice KJ (2003, 2007), Peña-Gómez FT et al. 2014
<i>Pinus contorta</i> (pino contorta)	Chile, Argentina, Perú y Bolivia	Alto	Sí, revegetación en zonas colindantes para evitar el paso de luz.				Peña et al. (2008), Richardson DM y Rejmánek M (2004), Langdon B et al. (2010), Ledgard N (2001)
<i>Pinus elliottii</i> (pino americano)	Argentina, Brasil y Chile	Alto	Sí, manual con corta de tronco, y quema controlada.				De Abreu RC y Duringan G (2011), Richardson DM et al. (1994).
<i>Digitalis purpurea</i> (campanilla)	(Chile y Colombia	Medio	Sí, manualmente.				Castro et al. (2005), Dietzch AC et al. (2011), Willis AJ et al. (2000)

<i>Panicum maximum</i> (pasto de guinea)	Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela.	Alto			Si, glisofato.	Si, hongos como <i>Gigantea drechslera</i> , <i>Exserohilum rostratum</i> , y <i>E. longirostratum</i> .	Chandramohan S et al. (2002), Stricker KB et al. (2016)
<i>Pennisetum purpureum</i> (pasto elefante)	Brasil, Chile, Colombia, Paraguay, Perú Y Venezuela.	Alto	Sí, remoción manual con rizomas y quema controlada.		Si, pero luego de la remoción mecánica.		Van de Wouw et al. (1999), Gordon DR et al. (2011) Nava CJJ et al. (2013)
<i>Rumex acetosella</i> (lengua de vaca)	Chile, Argentina, Venezuela y Ecuador.	Alto			Si, dicamba y triclopyr		Yurkonis KA et al. (2005), Pauchard A y Alaback PB (2004)
<i>Pyracantha angustifolia</i> (crataegus)	Argentina	Bajo	Sí, manual para plántulas.		Si, pero luego de la remoción mecánica, triclopyr o glifosato.		Giantomasi A et al. (2008), Tecco PA y col (2006), Tecco PA et al. (2007)
<i>Rosa rubiginosa</i> (rosa mosqueta)	Argentina, Chile y Perú.	Medio	Sí, manual.				Cavallero L y Raffaele E (2010), Rejmánek M y Richardson DM (2013), Zimmermann H

							et al. (2011)
<i>Rubus niveus</i> (mora)	Ecuador y Bolivia.	Medio	Sí, manual para plántulas.		Sí, herbicidas con control permanente		Gardener MR et al. (2010), Richardson DM y Rejmánek M (2011), Renteria JL et al. (2012a y b)
<i>Rubus ulmifolius</i> (zarzamora)	Argentina y Chile.	Alto			Sí, glifosato junto a control mecánico.		Dirnböck T et al. (2003), Richardson DM y Rejmánek M (2011), Giorgis MA et al. (2011)
<i>Cinchona pubescens</i> (casarilla)	Ecuador (Galápagos)	Alto	Sí, manual junto con control químico.		Sí, picloram y metsulfuron.		Ehrenfeld JG y Scott N (2001), Buddenhagen CE et al. (2004), Jäger H y Kowarik I (2010).

<i>Salix rubens</i> (mimbres negro)	Argentina y Chile.	Medio	Sí, mecánico y químico juntos.				Adair R et al. (2006), Richardson DM y Rejmánek M (2011)
<i>Verbascum thapsus</i> (verbasco)	Argentina y Chile.	Medio	Sí, manual desde el rizoma.		Si, pero desde la roseta basal glyphosate y sulfometuron.		Parker IM et al. (2003), Alba C et al. (2011), Alba C y Hufbauer R (2012)
<i>Tamarix spp</i> (tamarisco)	Argentina	Alto	Sí, remoción completa del individuo.				Zavaleta ES et al. (2001), Harms RS y Hiebert RD (2006).
Animales							
<i>Lepus europaeus</i> Liebre común	Perú, Chile, Argentina, Paraguay, Brasil, Bolivia.	Alto	Sí, caza y trampeo.				Bonino N et al. (2010), Merino ML et al. (2009), Novillo A y Ojeda RA (2008), Iriarte JA et al. (2005)
<i>Oryctolagus cuniculus</i> Conejo común	Chile y Argentina.	Alto	Sí, caza y trampeo.	Si, puede ser usado como alimento		Si, mixomatosis(virus de enfermedad hemorrágica con	Lowe S et al. (2000), Novillo A y Ojeda RA (2008)

						pulgas como vectores)	
<i>Castor canadensis</i> Castor	Chile y Argentina	Alto	Sí, caza y trampeo.	Si, puede ser usado como alimento y para vestimenta			Anderson CB et al. (2009), Anderson CB et al. (2006), Skewes O et al. (2006), Anderson CB y Rosemond AD (2007), Pastur GM et al. (2006)
<i>Xenopus laevis</i> Rana africana	Chile	Bajo	Sí, caza y trampeo	Si, puede ser usado como alimento			Lobos G y Measey G J (2002), Lobos G et al. (2013).
<i>Mustela vison</i> Visón	Chile y Argentina	Medio	Sí, caza y trampeo				Ibarra JT et al. (2009), Valenzuela AE et al. (2013)
<i>Sus scrofa</i> Jabalí	Galápagos, Chile y Argentina	Alto	Sí, caza y trampeo	Si, puede ser usado como alimento			Cuevas MF et al. (2010), Merino ML et al. (2009), Iriarte JA et al. (2005)

<i>Cervus elaphus</i> Ciervo Europeo	Chile y Argentina	Alto	Sí, caza	Si, es usado como trofeo de caza.			Merino ML et al. (2009), Novillo A y Ojeda RA (2008), Speziale KL et al. (2012), Iriarte JA et al.(2005)
---	-------------------	------	----------	-----------------------------------	--	--	--



## Discusión

Las especies invasoras son una de las mayores amenazas para la conservación de la biodiversidad, al ser uno de los principales promotores del cambio global, afectando en distintos niveles de la jerarquía ecológica (Parker et al. 2013). Por otra parte, las invasiones biológicas son hoy un problema que afecta no solo a la biodiversidad, sino que también, a actividades humanas fundamentales como la agricultura mediante la modificación de los suelos (Ehrenfeld JG & Scott N. 2001) y efectos negativos en la economía, como por ejemplo en Estados Unidos, donde se han calculado pérdidas de unos US\$120 billones al año (Pimentel D *et al.* 2005). Por lo que es necesaria la implementación de políticas que busquen disminuir o eliminar el impacto generado por ellas. En nuestra revisión, se encontraron 38 especies potenciales. Entre ellas destacan aquellas 22 especies que tienen alto impacto sobre la biodiversidad alojadas en más de 4 países: cinco animales y 17 plantas. Luego, 13 especies fueron clasificadas como de medio impacto habitando en al menos dos países, entre ellas una especie animal. Finalmente, una especie de planta y una animal fueron clasificadas como de impacto bajo ya que se distribuían solo en un país como

invasoras. Si bien las especies listadas se encuentran en un número acotado de países, eso no significa que no puedan invadir nuevos sitios, puesto que los procesos de invasión son dinámicos, y es difícil predecir cuando estos procesos alcanzan su equilibrio, pudiendo incluso ocupar regiones climáticas distintas a las nativas (Goncalvez *et al.* 2014).

Al momento de decidir cómo compensar impactos generados por actividades humanas sobre los ecosistemas, existen distintas estrategias, las cuales pueden agruparse en compensaciones que evitan pérdidas de áreas de alto valor de conservación y compensaciones focalizadas en la restauración de ecosistemas degradados (ICMM-IUCN 2012). En ambas modalidades, el control o erradicación de especies invasoras es una actividad factible de implementar para generar mejoras en la condición ecosistémica. Algunas metodologías de cuantificación de impactos y compensaciones ya incorporan atributos específicos de especies invasoras dentro de la caracterización de la condición de ecosistemas terrestres o dulceacuícolas (e.g. Faber-Langdoen et al. 2008, Gibbons & Freudenberger 2006). No obstante, para que el manejo de especies invasoras sea considerado dentro de las medidas de compensación de

biodiversidad, se deben tomar una serie de factores en consideración, entre ellos, que las técnicas de control a aplicar no signifiquen impactos colaterales para el resto de la biodiversidad presente, qué sea factible reducir la densidad de la especie invasora a niveles que deriven en beneficios significativos para el ecosistema, y que existan garantías de que el control o sus efectos serán mantenidos en el largo plazo (Norton & Warburton 2014). Nuestra revisión muestra especies invasoras que son potenciales focos de erradicación como compensación ya que existe bibliografía que avala técnicas de control efectivo a través de experiencias previas. En relación al método de control de las especies, la mayoría de las plantas pueden ser controladas por métodos manuales (26 de 31 especies), como la remoción o quema. Las que no pueden ser controladas por estos métodos, pueden serlo por métodos químicos (herbicidas, glisofato, entre otros) o biológicos. Los animales invasores pueden ser capturados o cazados. La caza puede ser también usada como

método cultural, en tanto en varios países esta práctica representa un hito local, como por ejemplo la caza de jabalí en Argentina (Novillo A & Ojeda RA 2008) Como método biológico para el control de animales invasores, se registra el caso del *Oryctolagus cuniculus* (Conejo común) el que puede ser infectado con mixopatoxis, sin embargo los métodos biológicos son acotados en tanto los daños colaterales son poco conocidos.

La articulación del manejo de especies exóticas invasoras y las compensaciones equivalentes de biodiversidad tiene beneficios tanto para la biodiversidad como para la economía. Es por eso una oportunidad para los tomadores de decisiones, y esperamos que este listado sea un impulso para avanzar en esta área de la conservación.

## Referencias bibliográficas

- Adair, R Sagliocco, J. L y Bruzzese, E. 2006. Strategies for the biological control of invasive willows *Salix* spp. in Australia. *Australian Journal of Entomology* 454: 259-267.
- Aiama D, Edwards S, Bos G, Ekstrom J, Krueger L, Quétier F, Savy C, Semroc B, Sneary M y Bennun L 2015. No Net Loss and Net Positive Impact Approaches for Biodiversity. Gland: IUCN. 66pp.
- Akamatsu F, Makishima M, Taya Y, Nakanishi S y Miwa J. 2014. Evaluation of glyphosate application in regulating the reproduction of riparian black locust *Robinia pseudoacacia* L. after clear-cutting, and the possibility of leaching into soil. *Landscape and ecological engineering* 101: 47-54.
- Alba C y Hufbauer R. 2012. Exploring the potential for climatic factors, herbivory, and co-occurring vegetation to shape performance in native and introduced populations of *Verbascum thapsus*. *Biological Invasions* 1412: 2505-2518.
- Alba C, Bowers MD, Blumenthal D y Hufbauer R. 2011. Evolution of growth but not structural or chemical defense in *Verbascum thapsus* common mullein following introduction to North America. *Biological Invasions* 1310, 2379.
- Anderson CB y Rosemond AD. 2007. Ecosystem engineering by invasive exotic beavers reduces in-stream diversity and enhances ecosystem function in Cape Horn, Chile. *Oecologia* 1541:141-
- Anderson CB, Griffith CR, Rosemond A, D Rozzi, R y Dollenz O. 2006. The effects of invasive North American beavers on riparian plant communities in Cape Horn, Chile: do exotic beavers engineer differently in sub-Antarctic ecosystems?. *Biological Conservation* 1284: 467-474.
- Anderson CB, Pastur G, Lencinas MV, Wallem PK, Moorman MC y Rosemond AD. 2009. Do introduced North American beavers *Castor canadensis* engineer differently in southern South America? An overview with implications for restoration. *Mammal Review* 39: 33-52.
- Ayres D, Ryan FJ, Grotkopp E, Bailey J y Gaskin J. 2009. Tumbleweed *Salsola*, section *Kali* species and speciation in California. *Biological Invasions* 115: 1175-1187.
- BBOP. 2012. Estándar sobre Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad. Business and

- Biodiversity Offsets Programme, BBOP, Washington DC.
- Bonino N, Cossíos D y Menegheti J. 2010. Dispersal of the European hare, *Lepus europaeus* in South America. *Folia Zoologica*, 591, 9.
- Boring LR y Swank WT. 1984. The role of black locust *Robinia pseudo-acacia* in forest succession. *The Journal of Ecology*, 749-766.
- Bruzzese E. 1996. Ecology of *Cirsium vulgare* and *Silybum marianum* in relation to biological control. *Plant Protection Quarterly* 11: 245-249.
- Buddenhagen CE, Renteria JL, Gardener M, Wilkinson SR, Soria M, Yáñez P y Valle R. 2004. The Control of a Highly Invasive Tree *Cinchona pubescens* in Galapagos I. *Weed Technology* 18sp1:1194-1202.
- Carvallo GO, Medel R y Navarro L. 2013. Assessing the effects of native plants on the pollination of an exotic herb, the blueweed *Echium vulgare* Boraginaceae. *Arthropod-Plant Interactions* 75: 475-484.
- Castells E, Berhow MA, Vaughn SF y Berenbaum MR. 2005. Geographic variation in alkaloid production in *Conium maculatum* populations experiencing differential herbivory by *Agonopterix alstroemeriana*. *Journal of chemical ecology* 318: 1693-1709.
- Castro-Diez P, Valle G, Gonzalez-Munoz N y Alonso A. 2014. Can the life-history strategy explain the success of the exotic trees *Ailanthus altissima* and *Robinia pseudoacacia* in Iberian floodplain forests?. *PloS one* 96: e100254.
- Castro SA, Figueroa JA, Muñoz-Schick M y Jaksic FM. 2005. Minimum residence time, biogeographical origin, and life cycle as determinants of the geographical extent of naturalized plants in continental Chile. *Diversity and Distributions* 113: 183-191.
- Cavallero L y Raffaele E. 2010. Fire enhances the 'competition-free' space of an invader shrub: *Rosa rubiginosa* in northwestern Patagonia. *Biological Invasions* 12: 3395-3404.
- Cavieres LA, Quiroz CL, Molina-Montenegro MA, Muñoz AA y Pauchard A. 2005. Nurse effect of the native cushion plant *Azorella monantha* on the invasive non-native *Taraxacum officinale* in the high-Andes of central Chile. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 73: 217-226.
- Chandramohan S, Charudattan R, Sonoda RM y Singh M. 2002. Field evaluation of a fungal pathogen mixture for the control of seven weedy grasses. *Weed Science* 502: 204-213.
- Chinnock RJ. 2010. Some observations on *Salsola* L. *Chenopodiaceae* in

- Australia. *Journal of the Adelaide Botanic Gardens* 24: 75-79.
- Clements DR, Peterson DJ y Prasad R. 2001. The biology of Canadian weeds. 112. *Ulex europaeus* L. *Canadian Journal of Plant Science* 812: 325-337.
- Cuevas MF, Novillo A, Campos C, Dacar MA, y Ojeda RA. (2010). Food habits and impact of rooting behaviour of the invasive wild boar, *Sus scrofa*, in a protected area of the Monte Desert, Argentina. *Journal of Arid Environments* 74(11): 1582-1585.
- de Abreu RC y Durigan G. 2011. Changes in the plant community of a Brazilian grassland savannah after 22 years of invasion by *Pinus elliottii* Engelm. *Plant Ecology y Diversity* 42(3): 269-278.
- Dietzsch AC, Stanley DA y Stout JC. 2011. Relative abundance of an invasive alien plant affects native pollination processes. *Oecologia* 1672: 469-479.
- Dirnböck T, Greimler J, López S, Lopez S y Stuessy TF. 2003. Predicting future threats to the native vegetation of Robinson Crusoe Island, Juan Fernández archipelago, Chile. *Conservation Biology*, 176: 1650-1659.
- DiTomaso JM, Kyser GB y Pirosko CB. 2003. Effect of light and density on yellow starthistle *Centaurea solstitialis* root growth and soil moisture use. *Weed Science* 513: 334-341.
- Donlan C J, Campbell K, Cabrera W, Lavoie C, Carrion V y Cruz F. 2007. Recovery of the Galápagos Rail *Laterallus spilonotus* following the removal of invasive mammals. *Biological Conservation* 1383: 520-524.
- Ehrenfeld JG y Scott N. 2001. Invasive species and the soil: effects on organisms and ecosystem processes. *Ecological Applications* 115: 1259-1260
- Faber-Langendoen D, Kudray G, Nordman C, Sneddon S, Vance L, Byers E, Rocchio J, Gawler S, Kittel G, Menard S, Comer P, Muldavin E, Schafale M, Foti T, Josse C, Christy J. 2008. *Ecological Performance Standards for Wetland Mitigation: An Approach Based on Ecological Integrity Assessments*. NatureServe, Arlington, VA. + Appendices.
- Fuentes-Ramírez N, Pauchard A, Cavieres LA y García RA. 2011. Survival and growth of *Acacia dealbata* vs. native trees across an invasion front in south-central Chile. *Forest Ecology and Management* 2616: 1003-1009.
- Fuentes-Ramírez A, Pauchard A, Marticorena A y Sánchez P. 2010. Relación entre la invasión de *Acacia dealbata* Link Fabaceae: Mimosoideae y la riqueza de especies vegetales en el centro-sur de Chile. *Gayana. Botánica* 672: 188-197.

- Fuentes-Ramírez A, Pauchard A, Sánchez P, Esquivel J y Marticorena A. 2013. A new comprehensive database of alien plant species in Chile based on herbarium records. *Biological Invasions* 154: 847-858.
- Gardener MR, Atkinson R y Rentería JL. 2010. Eradications and people: lessons from the plant eradication program in Galapagos. *Restoration Ecology* 181: 20-29.
- Gardner TA, Von Hase A, Brownlie S, Ekstrom JM, Pilgrim JD, Savy CE, Stephens RTT, Treweek J, Ussher GT, Ward G y Ten Kate K. 2013. Biodiversity Offsets and the Challenge of Achieving No Net Loss. *Conservation Biology* 00: 1-11.
- Gaynor DL y MacCarter LE. 1981. Biology, ecology, and control of gorse *Ulex europaeus* L: a bibliography. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 241: 123-137.
- Gelcich S, Vargas C, Carreras MJ, Castilla JC y Donlan CJ. 2016. Achieving biodiversity benefits with offsets: Research gaps, challenges, and needs. *Ambio* doi: 10.1007/s13280-016-0810-9
- Giantomasi A, Tecco PA, Funes G, Gurvich DE y Cabido M. 2008. Canopy effects of the invasive shrub *Pyracantha angustifolia* on seed bank composition, richness and density in a montane shrubland Córdoba, Argentina. *Austral Ecology* 331: 68-77.
- Gibbons P y Freudenberger D. 2006. An overview of methods used to assess vegetation condition at the scale of the site. *Ecological Management and Restoration* 7: 10-17.
- Giorgis, M. A Tecco, P. A Cingolani, A. M Renison, D Marcora, P y Paiaro, V. 2011. Factors associated with woody alien species distribution in a newly invaded mountain system of central Argentina. *Biological Invasions* 136: 1423-1434.
- Gómez P, Bustamante RO y San Martín J. 2012. Estructura poblacional de *Teline monspessulana* L. K. Koch en fragmentos de bosque maulino en Chile central. *Gayana Botánica* 691: 197-200.
- Goncalves E, Herrera I, Duarte M, Bustamante RO, Lampo M, Velasquez G y García-Rangel S. 2014. Global invasion of *Lantana camara*: has the climatic niche been conserved across continents?. *PloS one* 910: e111468.
- Gordon DR, Tancig KJ, Onderdonk DA y Gantz CA. 2011. Assessing the invasive potential of biofuel species proposed for Florida and the United States using the Australian Weed Risk Assessment. *Biomass and Bioenergy* 351: 74-79.
- Harms RS y Hiebert RD 2006. Vegetation response following invasive

- tamarisk *Tamarix* spp. removal and implications for riparian restoration. *Restoration Ecology* 143: 461-472.
- Herrera I, Goncalvez E, Pauchard A, Bustamante RO eds. 2016. Manual de plantas invasoras de sudamérica. Instituto de ecología y biodiversidad Chile, Universidad de Chile, Universidad de Concepción, Instituto venezolano de investigaciones científicas y Universidad de espíritu Santo.
- Hierro JL, Villarreal D, Eren Ö, Graham JM y Callaway RM. 2006. Disturbance facilitates invasion: the effects are stronger abroad than at home. *The American Naturalist* 1682: 144-156.
- Holmes ND, Howald GR, Wegmann AS, Donlan CJ, Finkelstein M y Keitt B. 2016. The potential for biodiversity offsetting to fund invasive species eradications on islands. *Conservation Biology* 30: 1–3. ICMM
- Hoyos LE, Gavier-Pizarro GI, Kuehmerle T, Bucher EH, Radeloff VC y Tecco PA. 2010. Invasion of glossy privet *Ligustrum lucidum* and native forest loss in the Sierras Chicas of Córdoba, Argentina. *Biological Invasions* 129: 3261-3275.
- Ibarra JT, Fasola L, Macdonald DW, Rozzi R y Bonacic C. 2009. Invasive American mink *Mustela vison* in wetlands of the Cape Horn Biosphere Reserve, southern Chile: what are they eating?. *Oryx* 4301: 87-90.
- Iriarte JA Lobos, GA y Jaksic FM. 2005. Invasive vertebrate species in Chile and their control and monitoring by governmental agencies. *Revista Chilena de Historia Natural* 781: 143-154.
- Jäger H y Kowarik I. 2010. Resilience of native plant community following manual control of invasive *Cinchona pubescens* in Galápagos. *Restoration Ecology* 18s1: 103-112.
- Jaksic FM. 1998. Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. *Biodivers Conserv* 7:1427–1445
- Jensen PG, Curtis PD, Lehnert ME, Hamelin DL. 2001. Habitat and structural factors influencing beaver interference with highway culverts. *Wildlife Society Bulletin* 29: 654-664
- Langdon B, Pauchard A y Aguayo M. 2010. *Pinus contorta* invasion in the Chilean Patagonia: local patterns in a global context. *Biological Invasions* 1212: 3961-3971.
- Ledgard N. 2001. The spread of lodgepole pine *Pinus contorta*, Dougl. in New Zealand. *Forest Ecology and Management* 1411: 43-57.
- Leger EA y Rice KJ. 2003. Invasive California poppies *Eschscholzia californica* Cham. grow larger than

- native individuals under reduced competition. *Ecology letters* 63: 257-264.
- Leger EA y Rice KJ. 2007. Assessing the speed and predictability of local adaptation in invasive California poppies *Eschscholzia californica*. *Journal of evolutionary biology* 203: 1090-1103.
- Leggieri LR. 2010. Invasión de *Gleditsia triacanthos* en los corredores de los sistemas fluviales de la Pampa Ondulada y su efecto sobre la distribución de *Myocastor coypus*. *Ecología austral* 2012: 185-199.
- Lobos G y Jaksic FM. 2005. The ongoing invasion of African clawed frogs *Xenopus laevis* in Chile: causes of concern. *Biodivers Conserv* 14:429-439
- Lobos G, Cattán P, López M. 1999. Antecedentes de la ecología trófica del sapo africano *Xenopus laevis* en la zona central de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 48:7-18
- Lobos G y Measey GJ. 2002. Invasive populations of *Xenopus laevis* Daudin in Chile. *Herpetological Journal* 124: 163-168.
- Lowe S, Browne M, Boudjelas S y De Poorter M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database.
- Maddox DM, Mayfield A y Poritz NH. 1985. Distribution of yellow starthistle *Centaurea solstitialis* and Russian knapweed *Centaurea repens*. *Weed Science*: 315-327.
- Merino ML, Carpinetti BN y Abba AM. 2009. Invasive mammals in the national parks system of Argentina. *Natural Areas Journal* 291: 42-49.
- Mohali S, Encinas O y Mora N. 2002. Manchado azul en madera de *Pinus oocarpa* y *Azadirachta indica* en Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 15: 30-32.
- Moro MF, Westerkamp C y Martins FR. 2013. Naturalization and potential impact of the exotic tree *Azadirachta indica* A. Juss. in Northeastern Brazil. *Check List* 91: 153-156.
- Moseby KE, De Jong S, Munro N, y Pieck. 2005. Home range, activity and habitat use of European rabbits *Oryctolagus cuniculus* in arid Australia: implications for control. *Wildlife Research* 32: 305-311.
- Nisbet AJ. 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 294: 615-632.
- Norton DA y Warburton B. 2014. The Potential for Biodiversity Offsetting to Fund. *Conservation biology* 30: 425-427. doi:10.1111/cobi.12641



- Novillo A y Ojeda RA. 2008. The exotic mammals of Argentina. *Biological Invasions* 108: 1333.
- Núñez M y Pauchard A. 2010. Biological invasions in developing and developed countries: does one model fit all?. *Biological Invasions* 12: 707-714.
- Panter KE, Bunch TD, Keeler RF y Sisson DV. 1988. Radio ultrasound observations of the fetotoxic effects in sheep from ingestion of *Conium maculatum* poison-hemlock. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology* 263(4): 175-187.
- Parker IM, Simberloff D, Lonsdale WM, Goodell K, Wonham M, Kareiva PM, Williamson MH, Von Holle B, Mayle PB, Byers JE y Goldwasser L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions* 1: 3-19.
- Parker IM, Rodríguez J y Loik ME. 2003. An evolutionary approach to understanding the biology of invasions: local adaptation and general-purpose genotypes in the weed *Verbascum thapsus*. *Conservation Biology* 171: 59-72.
- Pastur GM, Lencinas MV, Escobar J, Quiroga P, Malmierca L y Lizarralde M. 2006. Understorey succession in *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego Argentina affected by *Castor canadensis*. *Applied Vegetation Science* 91: 143-154.
- Pauchard A, Quiroz C, García R, Anderson CH, Kalin Arroyo M. 2011. Invasiones biológicas en América Latina y el Caribe: tendencias en investigación para la conservación, en *Conservación Biológica: Perspectivas desde América Latina*. Simonetti J, Dirzo R. Editorial Universitaria, Santiago Chile. pag 79- 94
- Pauchard A y Alaback PB. 2004. Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of South-Central Chile. *Conservation Biology* 181: 238-248.
- Pauchard A, García RA, Peña E, González C, Cavieres LA y Bustamante RO 2008. Positive feedbacks between plant invasions and fire regimes: *Teline monspessulana* L. K. Koch Fabaceae in central Chile. *Biological Invasions* 104: 547-553.
- Peña E, Hidalgo M, Langdon B y Pauchard A. 2008. Patterns of spread of *Pinus contorta* Dougl. ex Loud. invasion in a Natural Reserve in southern South America. *Forest Ecology and Management* 2565: 1049-1054.
- Peña-Gómez FT, Guerrero PC, Bizama G, Duarte M y Bustamante RO. 2014. Climatic niche conservatism and biogeographical non-equilibrium in

- Eschscholzia californica* Papaveraceae, an invasive plant in the Chilean Mediterranean region. *PloS one* 98: e105025.
- Pimentel D, Zuniga R, y Morrison D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological economics* 523: 273-288.
- Quétier F y Lavorel S. 2011. Assessing ecological equivalence in biodiversity offset schemes: Key issues and solutions. *Biological Conservation* 144(12): 2991–2999.
- Quiroz, C Pauchard, A Marticorena, A y Cavieres, L. A. 2009. Manual de plantas invasoras del centro-sur de Chile. Concepción, Chile: Laboratorio de Invasiones Biológicas.
- Rejmánek, M y Richardson, D. M. 2013. Trees and shrubs as invasive alien species—2013 update of the global database. *Diversity and distributions* 198: 1093-1094.
- Renteria, J. L Gardener, M. R Panetta, F. D y Crawley, M. J. 2012. Management of the invasive hill raspberry *Rubus niveus* on Santiago Island, Galapagos: eradication or indefinite control?. *Invasive plant science and management* 51: 37-46.
- Rentería JL, Gardener MR, Panetta FD, Atkinson R y Crawley MJ. 2012. Possible impacts of the invasive plant *Rubus niveus* on the native vegetation of the Scalesia forest in the Galapagos Islands. *PloS one* 7(10): e48106.
- Richardson BJ, Phillips S, Hayes R A, Sindhe S, y Cooke B D. 2007. Aspects of the biology of the European rabbit *Oryctolagus cuniculus* and rabbit haemorrhagic disease virus RHDV in coastal eastern Australia. *Wildlife Research* 34: 398–407.
- Richardson DM y Rejmánek M. 2004. Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework. *Diversity and Distributions* 105(6): 321-331.
- Richardson DM y Rejmánek M. 2011. Trees and shrubs as invasive alien species—a global review. *Diversity and Distributions* 175: 788-809.
- Richardson DM Williams PA y Hobbs RJ. 1994. Pine invasions in the Southern Hemisphere: determinants of spread and invadability. *Journal of biogeography*, 511-527.
- Sabo AE. 2000. *Robinia pseudoacacia* invasions and control in North America and Europe. *Restoration and Reclamation Review* 63: 1-9.
- Sala OE, Chapin FS, Armesato JJ, Below E, Bloomfield J, Dirzo R y Leemans R. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287 (5459): 1770-1774

- Schmutterer H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annual review of entomology 35: 271-297.
- Sheley RL y Larson LL 1994. Comparative growth and interference between cheatgrass and yellow starthistle seedlings. Journal of Range Management 47:470-474.
- Skewes O Gonzalez F, Olave R, Ávila A, Vargas V, Paulsen P y König HE. 2006. Abundance and distribution of American beaver, *Castor canadensis* Kuhl 1820, in Tierra del Fuego and Navarino islands, Chile. European Journal of Wildlife Research 52: 292-296.
- Speziale KL, Lambertucci SA, Carrete M y Tella JL. 2012. Dealing with non-native species: what makes the difference in South America?. Biological Invasions 148: 1609-1621.
- Stricker KB, Harmon PF, Goss EM, Clay K y Luke Flory S. 2016. Emergence and accumulation of novel pathogens suppress an invasive species. Ecology letters 19: 469-477.
- Sujatha M, Reddy TP y Mahasi MJ. 2008. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor *Ricinus communis* L. and *Jatropha curcas* L. Biotechnology Advances 265: 424-435.
- Suter W, Suter U, Krüsi B, y Schütz M. 2004. Spatial variation of summer diet of red deer *Cervus elaphus* in the eastern Swiss Alps. Wildlife Biology 10:43-50.
- TBC 2016. Government Policies on Biodiversity Offsets. The Biodiversity Consultancy. 5pp. Disponible en: <http://www.thebiodiversityconsultancy.com>
- Tecco PA, Diaz S, Gurvich DE, Perez-Harguindeguy N, Cabido M y Bertone GA. 2007. Facilitation and interference underlying the association between the woody invaders *Pyracantha angustifolia* and *Ligustrum lucidum*. Applied Vegetation Science 10:211-218.
- Tecco PA, Gurvich DE, Diaz S, Pérez-Harguindeguy N y Cabido M. 2006. Positive interaction between invasive plants: the influence of *Pyracantha angustifolia* on the recruitment of native and exotic woody species. Austral Ecology 31:293-300.
- IUCN 2012 Independent report on biodiversity offsets. Prepared by The Biodiversity Consultancy. Available at: [www.icmm.com/biodiversity-offsets](http://www.icmm.com/biodiversity-offsets)
- Valenzuela AE, Rey AR, Fasola L, Samaniego RAS y Schiavini A. 2013. Trophic ecology of a top predator colonizing the southern extreme of South America: Feeding habits of invasive American mink *Neovison*

- vison in Tierra del Fuego. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 782: 104-110.
- Veitch CR y Bell B D. 1990. Eradication of introduced animals from the islands of New Zealand. Conservation Sciences Publication New Zealand.
- Villarroya A, Barros AC y Kisecker J. 2014. Policy development for environmental licensing and biodiversity offsets in Latin America. *PLoS One*. doi:10.1371/journal.pone.0107144.
- WCS Chile. 2013. Línea levantamiento y sistematización de información para bancos de compensación. Informe preparado para el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2013.
- Willis AJ, Memmott J y Forrester RI. 2000. Is there evidence for the post-invasion evolution of increased size among invasive plant species?. *Ecology Letters* 34: 275-283.
- Yurkonis KA, Meiners SJ y Wachholder BE. 2005. Invasion impacts diversity through altered community dynamics. *Journal of ecology* 936: 1053-1061.
- Zavaleta ES, Hobbs RJ y Mooney HA. 2001. Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *Trends in Ecology y Evolution* 168: 454-459.
- Zimmermann H, Von Wehrden H, Damascos MA, Bran D, Welk E, Renison D y Hensen I. 2011. Habitat invasion risk assessment based on Landsat 5 data, exemplified by the shrub *Rosa rubiginosa* in southern Argentina. *Austral Ecology* 367: 870-880.