



INVASIONES DE PLANTAS EXÓTICAS EN ÁREAS PROTEGIDAS: ENTENDIENDO UN PROCESO.

Aníbal Pauchard y Alejandra Jiménez H.

Laboratorio de Invasiones Biológicas, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción & Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). pauchard@udec.cl

INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas numerosas evidencias se han ido acumulando sobre el impacto negativo de las invasiones biológicas en la biodiversidad. Un creciente número de investigaciones ha demostrado que las invasiones biológicas están ocurriendo a tasas cada vez mayores, aumentando el riesgo sobre elementos claves de la biodiversidad (Mack & D'Antonio, 1998; Chapin *et al.*, 2000; Mooney & Hobbs, 2000; Lambdon *et al.*, 2008). En general, se pueden catalogar los efectos de las invasiones biológicas sobre la biota nativa en efectos directos, como por ejemplo competencia y depredación, y efectos indirectos, como cambios en los ecosistemas y homogenización de la biota.

En plantas invasoras, la evidencia de impactos directos resulta más difícil de evaluar que para animales, donde por ejemplo especies como la serpiente café (*Boiga irregularis*) en la isla de Guam, los gatos asilvestrados y otros carnívoros, causan un impacto visible sobre la diversidad nativa, causando una fuerte pérdida en la riqueza de aves y pequeños vertebrados. Sin embargo, para plantas invasoras, es posible evaluar efectos que si bien son más lentos en producirse son duraderos en el paisaje. Por ejemplo, el cambio de la vegetación dominante de arbustos a árboles introducidos en el Fynbos sudafricano ha modificado la percepción visual y el funcionamiento ecológico de esta zona mediterránea, o procesos más sutiles como el desplazamiento de la red de insectos polinizadores a una especie invasora, en desmedro de las nativas, como lo reportado para *Taraxacum officinale* en los Andes de Chile central.

En áreas protegidas, el número y abundancia de las especies exóticas invasoras es usualmente menor que en los paisajes colindantes dominados por la actividad humana. Sin embargo, la presión de uso y la dispersión de especies exóticas desde estos paisajes antrópicos están aumentando fuertemente (Lonsdale, 1999; Rodgers & Parker, 2003; Pauchard & Alaback, 2004). Hace más de una década, Lonsdale (1999) estimaba que las especies introducidas representaban el 8% de la flora en áreas protegidas. Estudios posteriores indican que estas alcanzan alrededor de entre un 15% a 18% de la flora (Pauchard & Alaback, 2004). Todo indica que aunque las áreas protegidas tengan barreras naturales y humanas que restringen el ingreso de especies exóticas, éstas llegan y se establecen incluso en las áreas más prístinas, pudiendo generar los mismos impactos ya reportados en áreas con mayor perturbación antrópica.

Este artículo tiene por objetivo discutir el proceso de invasión de plantas en áreas protegidas, para entender las limitantes a la invasión y reconocer las posibles rutas de entrada de estas especies. Además, busca explorar lineamientos de manejo básicos para disminuir el impacto de estas especies, basándose en la experiencia de países con un mayor desarrollo en el tema.



PROCESOS DE INVASIÓN EN ÁREAS PROTEGIDAS

El alto valor ecológico de las áreas protegidas y la baja abundancia de las especies exóticas invasoras en estos ambientes, representa un interesante desafío. Por un lado, se busca entender los procesos de invasiones de plantas en áreas naturales, pero al mismo tiempo, estas áreas proveen experimentos naturales únicos que pueden ser usados para un mejor estudio y comprensión de los patrones, procesos y mecanismos de las invasiones (Richardson & Pyšek, 2006). Las áreas protegidas son usualmente "islas" de ecosistemas menos desarrollados o con menor perturbación humana embebidos en una matriz de paisaje con mayor perturbación (Lindermayer & Franklin, 2003). La concentración de especies exóticas en los alrededores de las áreas protegidas abre una oportunidad para un rápido y exponencial proceso de invasión. Este escenario puede también servir para probar los factores responsables por el incremento en las especies exóticas en estos ecosistemas menos perturbados, y al mismo tiempo reconocer medidas que podrían tomarse para evitar o mitigar futuras invasiones (Pauchard & Alaback, 2004).

Las plantas invasoras se mueven en el paisaje.

Las invasiones en áreas protegidas son un proceso ideal para la aplicación de los conceptos de ecología de paisaje. El primer paso que se requiere para que una especie introducida invada hacia un área protegida, es que la especie cruce barreras intercontinentales de dispersión a larga distancia (Theoharides & Dukes, 2007). Generalmente, esta primera etapa ocurre usualmente mucho antes de la actual invasión al área protegida, porque la mayoría de las especies introducidas están usualmente naturalizadas en áreas adyacentes, fuertemente perturbadas por diferentes tipos de uso del suelo. Por ejemplo, la llegada de *Ulex europeus* al Parque Nacional Villarrica en Chile, requirió primero de una abundante población en zonas aledañas al Parque que sirvieron de fuente de propágulos.

Las áreas protegidas en el contexto de las invasiones biológicas se comportan como islas biogeográficas en una matriz altamente invadida (Figura N° 1), pero a diferencia de las islas en una matriz oceánica, existe un alto flujo biológico entre la matriz y el área protegida. Las especies pueden ingresar al área protegida mediante distintas rutas, ya sea directamente en los bordes del áreas protegidas, por los caminos o rutas de acceso o en los lugares de desarrollo dentro de las áreas (por ejemplo pueblos turísticos, centros de visitantes) (Trombulak & Frissell, 2000; Alston & Richardson, 2006). El relativo bajo movimiento de humanos y transportes limita la dispersión de las especies, disminuyendo las oportunidades de un establecimiento exitoso. Por ejemplo, en Chile se ha encontrado que las especies invasoras son menos abundantes dentro de las áreas protegidas que afuera de ellas y también son menos abundantes en sectores alejados de los caminos (Jiménez *et al.*- datos no publicados) (Figura N° 2). No obstante, la presencia de grandes herbívoros (domésticos o salvajes) puede incrementar la tasa de introducciones exitosas, actuando como grandes transportadores de semillas. Adicionalmente, cuando un gran número de visitantes arriba a un área protegida desde localidades distantes, ellos podrían actuar como vectores de dispersión intercontinental, trayendo por ejemplo una especie adaptada al ambiente del área (Pauchard *et al.*, 2009).

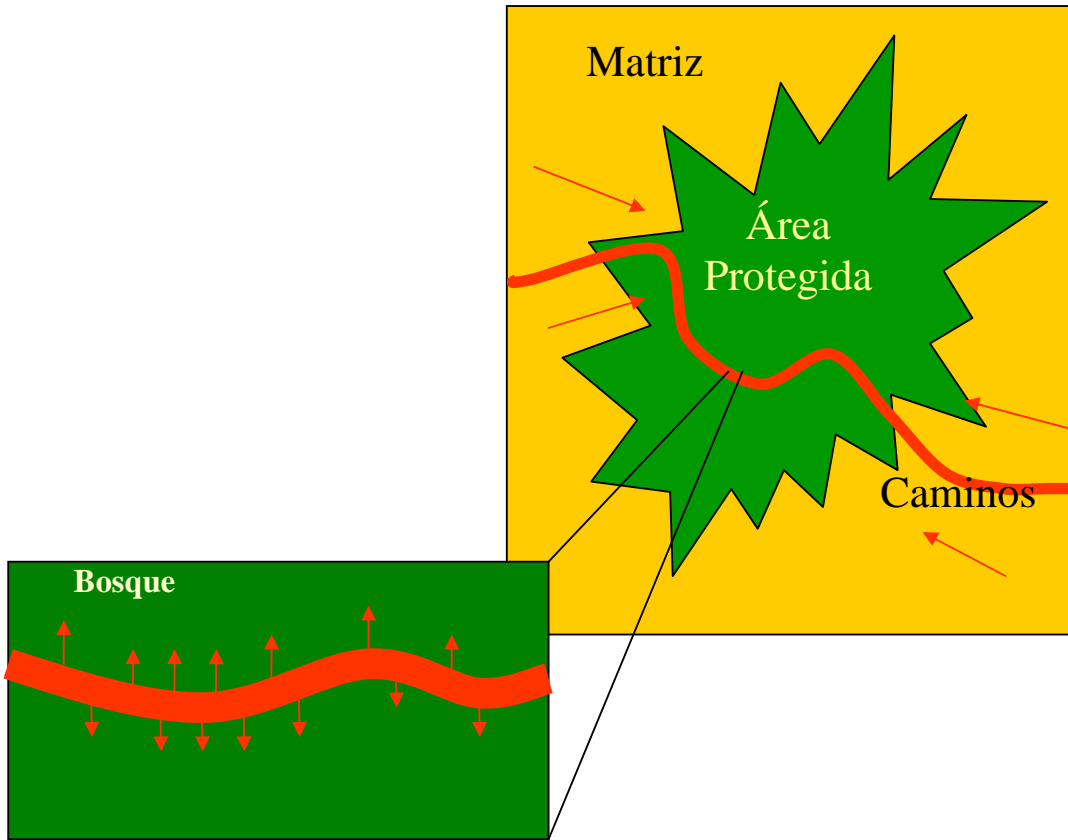


Figura N° 1. Esquema de un área protegida, rodeada por una matriz adyacente altamente perturbada. El área protegida es interceptada por un camino que actúa como fuente de propágulos hacia el sector de bosque.

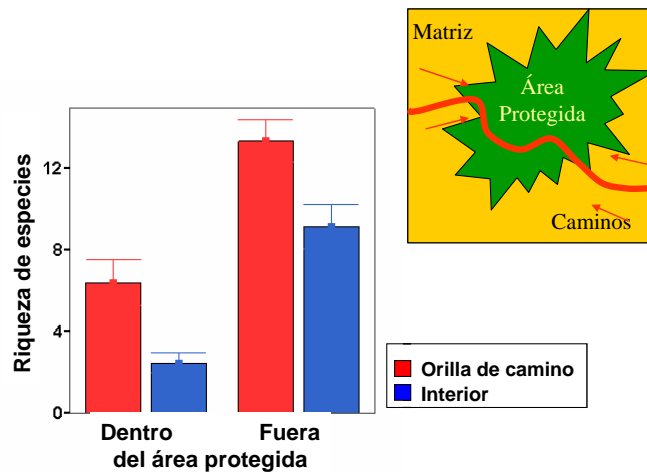




Figura N°2. Riqueza de especies introducidas dentro/fuera del área protegida y orilla de camino y alejado del camino (interior).

McDonald *et al.* (1998) encontraron una correlación significativa entre el número de visitantes y el número de especies introducidas en áreas protegidas en regiones climáticas de tipo mediterráneo. Utilizando datos de 52 parques de los Estados Unidos de Norteamérica y de Sudáfrica, Lonsdale (1999) encontró esta correlación positiva, además de realizar una corrección por el tamaño del parque. Esta relación no es necesariamente una causalidad promedio. El incremento en el número de visitas está también relacionado con el incremento en el desarrollo de las áreas colindantes y el incremento sobre las actividades humanas en el interior de las áreas (Liu *et al.*, 2001).

Una especie establecida en un área protegida no necesariamente se convertirá en invasora. Barreras a escala de dispersión local pueden contener la invasión (Theoharides & Dukes, 2007). En el Parque Nacional Yellowstone, la mayoría de las especies que invaden tierras adyacentes están disponibles para cruzar los límites del Parque y establecerse en caminos y otros sitios perturbados. No obstante, solamente unas pocas se vuelven abundantes o invaden en el corto tiempo medioambientes más prístinos (Olliff *et al.*, 2001; Pauchard & Alaback, 2004). Por otro lado, el éxito de la invasión a largo plazo es difícil de predecir y podría depender fuertemente de la producción de propágulos y las adaptaciones genéticas al nuevo ambiente (Sakai *et al.*, 2001; Lee, 2002), además de otros factores claves en el proceso de invasión, como lo son los atributos de las plantas, las características del medioambiente y la interacción entre ellos (Richardson & Pyšek, 2006).

Áreas protegidas en zonas de montaña: una ventaja

Mientras que la mayoría de las especies introducidas invasoras están adaptadas a ambientes altamente perturbados, ricos en nutrientes, bajas elevaciones, sitios agrícolas y urbanos (Lonsdale, 1999; Alston & Richardson, 2006), las áreas protegidas o reservas naturales, especialmente en zonas templadas, se presentan en altas elevaciones y ambientes menos desarrollados, haciéndolas menos susceptibles a las invasiones. No obstante, las especies invasoras podrían convertirse en una amenaza significativa para los ecosistemas conservados en áreas protegidas, expandiendo su distribución hacia áreas núcleo e incrementando su abundancia hasta el punto de competir con las plantas nativas (Stohlgren *et al.*, 1999; Ollif *et al.*, 2001).

Recientes investigaciones han demostrado que el número de especies invasoras en áreas montañosas decrece fuertemente con la altitud. (Becker *et al.*, 2005) Esto se debería tanto a las barreras climáticas como a las dificultades para la dispersión de las especies en zonas con una menor influencia antrópica. Esto es fundamental para las áreas protegidas especialmente en zonas con una alta topografía, como los países andinos. En estos casos, la mayoría de las áreas protegidas se han establecido en zonas altas de difícil acceso, por lo que se generaría una barrera importante al problema de las especies de plantas invasoras. Lamentablemente, el cambio climático y la creciente presión por uso del suelo pueden revertir este escenario, aumentando las probabilidades de que las especies invasoras logren adaptarse a condiciones climáticas no tan desfavorables, e incrementando el movimiento de propágulos en el paisaje debido a una mayor conectividad (Pauchard *et al.*, 2009)



RECOMENDACIONES DE MANEJO

Naturalidad en áreas protegidas: el efecto de las invasiones.

Las invasiones biológicas generan un interesante problema para los administradores de áreas protegidas. Por un lado el mandato de la sociedad para ellos es de conservar la biodiversidad y los recursos naturales, pero por otro lado, deben intervenir los procesos biológicos para frenar esta amenaza. Entonces, resulta importante preguntarse cuan fuera de la naturalidad se encuentran las invasiones biológicas, o en otras palabras, cuanto va a afectar la conservación de esos recursos naturales para los cuales el área protegida fue creada. A nivel mundial, existen algunos lineamientos sobre el manejo de las invasiones de plantas que requieren del conocimiento tanto de los visitantes, administradores y profesionales del área protegida (Recuadro 1).

Recuadro 1. ¿Qué puedo hacer para controlar las especies de plantas invasoras en áreas protegidas? (extraído de Quiroz *et al.*, 2010).

La protección de ecosistemas nativos ante las invasiones biológicas, tanto dentro como fuera de áreas silvestres protegidas, no sólo requiere el trabajo de las agencias estatales, investigadores y administradores, sino también la ayuda de todos los visitantes y trabajadores.

A continuación se detallan dos etapas en las que los visitantes y personal del área pueden ser de gran ayuda:

PREVENCIÓN: Esta estrategia ofrece el mayor beneficio al menor costo al evitar que la especie introducida llegue a establecerse. Las siguientes acciones son muy importantes:

- Evitar el transporte casual de semillas en vehículos. Mantenga los vehículos en los caminos y senderos habilitados. Evite conducir sobre áreas altamente invadidas ya que las semillas de estas especies se adhieren a sus ruedas y pueden ser liberadas en otro sitio no invadido. La recomendación también es aplicable a bicicletas.
- No transporte plantas, semillas o suelo de una región a otra.
- Evite el transporte de semillas por animales de carga (ej. caballos) o mascotas, ya sea adheridas al pelaje o por el tracto digestivo.
- En caminatas, revise y limpie la presencia de semillas en calzados, mochila y equipamiento.
- Minimice la perturbación del suelo (evite remover el suelo y hacer fogatas en lugares no habilitados) durante sus actividades al aire libre (ej. zonas de camping).
- Fuera del área protegida: Prefiera plantas nativas para su jardín adquiridas en locales comerciales autorizados y exija que su municipalidad haga lo mismo para los espacios públicos.
- El fuego es un promotor de las invasiones de plantas, especialmente en áreas donde los incendios son causados por el hombre, por lo tanto evite su uso o su propagación en ecosistemas naturales.

DETECCIÓN TEMPRANA: Consiste en vigilar la presencia de cualquier especie que no sea nativa y determinar acciones inmediatas de erradicación o control. Para colaborar, reporte cualquier planta sospechosa a los encargados del manejo del área (no destruya la planta porque ésta puede ser una especie nativa).

Otras etapas

Paralelamente a lo que usted puede hacer, existen etapas subsiguientes de erradicación y control que competen a las autoridades correspondientes, dependiendo del ecosistema invadido, y que deben realizarse siguiendo las normas ambientales y de seguridad vigentes, ya que en muchos casos contemplan el uso de herbicidas, maquinaria pesada u otro tipo de intervenciones riesgosas.

ERRADICACIÓN: En sitios donde la población de la especie introducida es pequeña, aún se puede lograr la erradicación completa de la especie. Para esto, pueden tomarse medidas tradicionales de control como el uso de productos químicos (herbicidas), extracción manual o control biológico.

CONTROL: Programas dirigidos a evitar una mayor propagación de la especie introducida e intentar minimizar su impacto sobre el ecosistema invadido.



Se puede afirmar que las áreas protegidas, dependiendo de su categoría, están insertas en un gradiente de naturalidad (Figura N° 3). Así, áreas protegidas estrictas estarían en el máximo de la naturalidad, mientras que áreas urbanas estarían en el otro extremo, bajo la mayor intervención antrópica. El efecto de las especies invasoras podría visualizarse como una fuerza que tiende a aumentar el nivel de antropización de las áreas naturales. De esta manera, el administrador de las áreas protegidas debiera intentar limitar este efecto mediante acciones de restauración.



Figura N° 3. Esquema del balance existente entre naturalidad e intervención antrópica, donde las especies exóticas pueden ser manejadas con acciones de restauración ecológica

En la toma de decisiones para manejar las especies exóticas es cuando surge el problema de cómo controlarlas sin afectar los componentes “naturales” del sistema. En la mayoría de los casos las técnicas de manejo de especies invasoras - cuando éstas ya han invadido - pueden implicar grandes impactos para el ecosistema (por ejemplo uso de químicos, fuego, corta de vegetación). Por lo tanto, es importante evaluar el balance entre el manejo activo y el manejo pasivo. En muchos casos, las invasiones biológicas son uno más de varios indicadores del estado de deterioro de un área, por lo que eliminarlas es simplemente eliminar un síntoma de su compleja situación ambiental. Esto es especialmente relevante cuando los recursos son escasos. Por ello las actividades de manejo deben estar focalizadas en evitar el problema, más que en solucionarlo una vez que las plantas invasoras se han establecido en el área protegida.

Desde la ecología de paisaje hasta lo local

Las etapas del manejo de las invasiones se pueden dividir en prevención, detección temprana, erradicación y control. Para ello es necesario conocer la biología de la especie invasora, así como también la distribución y la capacidad de dispersión de ésta. Esta capacidad puede variar de una escala local, que no compromete más que



una pequeña zona de un área protegida, hasta una escala de paisaje donde se pueden ver involucradas varias áreas protegidas y sus zonas adyacentes.

Para los encargados de las áreas protegidas, una estrategia de valoración que integra metodologías, a través de múltiples escalas, podría identificar los mecanismos dominantes que gobiernan el proceso de invasión y de ese modo informar una efectiva estrategia de control. Una buena prevención es la acción más eficiente y de menor costo para evitar el establecimiento de una especie invasora. Un buen conocimiento del área y de la flora del lugar permite una buena interacción entre los encargados de las áreas protegidas y los expertos, los que en conjunto pueden elaborar acciones de difusión que permitan una buena comunicación con el visitante, a fin de poder prevenir y detectar tempranamente una especie introducida.

Resulta evidente que para conservar la biodiversidad de un país es necesario tener una estrategia nacional con respecto al tema de especies invasoras. Esto permitiría regular el ingreso de nuevas especies y evitar la masificación del uso de aquellas especies ya existentes que tengan un alto grado de invasividad. Esto no es un proceso fácil, porque muchas de las especies consideradas altamente invasivas también tienen un alto potencial económico productivo. Por ello, se requiere de una reglamentación adecuada que considere el análisis de riesgo para nuevas introducciones y para el uso masivo de una especie ya presente. En este análisis se debe evaluar el riesgo de invasión, así como también las posibles acciones de mitigación necesarias si la especie es aceptada, a pesar de sus potenciales impactos ambientales.

El problema de las invasiones biológicas está lejos de acabarse y lo más probable es que aumente en el próximo siglo. Por esto resulta fundamental incluir este problema, tanto en las agendas de gobierno, como en los programas de educación en forma transversal. Así como se ha hecho con el cambio climático, las invasiones biológicas deben empezar a formar parte de la preocupación no sólo de un grupo de académicos, sino de la sociedad en su conjunto. Es imposible pensar que las áreas protegidas van a seguir aisladas del resto del territorio, especialmente respecto a las invasiones biológicas. Probablemente, el manejo pasivo de las áreas protegidas no va a ser suficiente para afrontar este problema, especialmente si las tasas de intercambio biológico siguen aumentando.

GLOSARIO

Antropización: proceso mediante el cual un ecosistema no intervenido es perturbado y modificado por la acción humana.

Especie introducida o exótica: especies cuya presencia en una región se debe a la introducción intencional o accidental como consecuencia de la actividad humana.

Especie invasora: Especies naturalizadas que se reproducen en grandes cantidades y que tienen el potencial de propagarse en un área considerable ocupando hábitats naturales.

Ecología de Paisaje: estudio de las interacciones de los aspectos temporales y espaciales del paisaje, y su flora, fauna y componentes culturales.



Homogeneización: proceso en que la flora y fauna de un lugar incrementan su similitud entre distintos sitios geográficos, causado por extinciones locales o por el aumento de especies introducidas.

Propágulos: cantidad de individuos que llegan a un lugar (semillas o trozos de plantas).

Perturbación: cualquier evento que remueva o destruya la vegetación (causadas por actividades de animales, humanas, de patógenos, o de fenómenos físicos, como la erosión del suelo).

AGRADECIMIENTOS

Estudio financiado por FONDECYT 1040528 y 1070488, ICM 05-002 y PFB-23. Referencias adicionales en español en www.lib.udec.cl.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Alston KP. & Richardson, DM. 2006. The roles of habitat features, disturbance, and distance from putative source populations in structuring alien plant invasions at the urban/wildland interface on the cape peninsula, South Africa. *Biological Conservation* 132(2):183-198.

Becker, T., Dietza, H., Billeter, R., Buschmann, H. and Edwards, PJ. 2005. Altitudinal distribution of alien plant species in the Swiss Alps. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. (7) 173-183.

Chapin FS, Diaz, S., Eviner, V., Hobbie, S., Hooper, D., Lavorel, S., Mack, M., Naylor, R., Reynolds, H., Sala, O., Vitousek, P. & Zavaleta, E. 2000. Functional and societal consequences of changing biotic diversity. *Nature* 405(6783): 234-242.

Lambdon PW., Pyšek, P., Basnou, C., Hejda, M. and Arianoutsou *et al.* 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80: 101-149.

Lee CE. 2002. Evolutionary genetics of invasive species. *Trends in ecology & evolution* (17), 8: 386-391.

Lindenmayer, DB. & Franklin, JF. 2002. *Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach*. Island Press, Washington D.C.

Liu, J., Linderman, M., Ouyang, Z., Yang, LAJ. & Zhang, H. 2001. Ecological degradation in protected areas: the case of Wolong nature reserve for giant pandas. *Science* 292:98-101.

Lonsdale, WM. 1999. Concepts and synthesis: global patterns of plant invasions, and the concept of invasibility. *Ecology* 80:1522-1536.

Mack, MC. & D'antonio, CM. 1998. Impacts of biological invasions on disturbance regimes. *Trends in Ecology and Evolution* 13:195-198.



MacDonald IAW., Graber, DM, De Benedetti, S., Groves, RH & Fuentes, ER. 1998. Introduced species in nature reserves in mediterranean-type climatic regions of the world. *Biological Conservation* 44: 37-66.

Mooney HA. & Hobbs, RJ. 2000. *Invasive species in a changing world*. Island Press, Washington D.C. 384 p.

Olliff, TR., McClure, RC., Miller, P., Price, D., Reinhart, D. & Whipple, J. 2001. Managing a complex alien vegetation program in Yellowstone national park west. *American Naturalist* 61:347-358.

Pauchard A. & 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* 18: 238-248

Pauchard A. , Kueffer, C., Dietz, H., Daehler, CC., Alexander, J., Edwards, PJ, Arévalo, JR., Cavieres, LA, Guisan, A., Haider, S., Jakobs, G., Mcdougall, K., Millar, Cl., Naylor, BJ., Parks, CG., Rew, LJ. & Seipel, T. 2009. Ain't no mountain high enough: plant invasions reaching new elevations. *Frontiers in Ecology and Environments* 7, Doi:10.1890/080072.

Quiroz CL., Pauchard, A., Marticorena, A. & Cavieres, LA. 2010. *Manual de plantas invasoras del centro-sur de Chile*. Laboratorio de Invasiones Biológicas. 45 pp.

Richardson, DM. & Pyšek, P. 2006. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography* 30:409-431.

Rodgers JC. & Parker, KC. 2003. Distribution of alien plant species in relation to human disturbance on the Georgia sea islands. *Diversity and Distributions* 9: 385-398.

Sakai, AK., Allendorf, FW., Holt, JS., Lodge, DM., Molofsky, J., With, KA., Baughman, S., Cabin, RJ., Cohen, JE., Ellstrand, NC., Mccauley, DE., O'neil, P., Parker, IM., Thompson, JN & Weller, SG. 2001. The population biology of invasive species. *Annual review of ecology and systematics* 32: 305-33.

Stohlgren, T.J., Binkley, D., Chong, GW., Kalkhan, MA., Schell, LD., Bull, KA., Otsuki, Y., Newman, G., Bashkin, M. & Son, Y. 1999. Alien plant species invade hot spots of native plant diversity. *Ecological Monographs* 69:25-46.

Theoharides KA. & Dukes, JS. 2007. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. *New Phytologist* 176: 256–273

Trombulak SC. & Frissell, CA. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14(1): 18-30.