

ESPECIES EXÓTICAS E INVASIONES BIOLÓGICAS

Gastón O. Carvalho

Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Casilla 653, Santiago de Chile. E-mail: gcarvallob@gmail.com

Enviar correspondencia a:

Introducción

Las especies exóticas (EE.EE, desde aquí en adelante) e invasiones biológicas (IB) han cobrado una creciente importancia en la investigación ecológica, por los profundos efectos que tienen sobre la biodiversidad nativa, permitiendo abordar desde una nueva perspectiva los problemas estudiados en ecología. Sin embargo, existe un gran desconocimiento de este tema, ignorándose las características que presentan este tipo de especies y cuáles son sus impactos sobre las especies nativas. En este ensayo se abordan los conceptos más utilizados y difundidos en esta disciplina, se exponen las hipótesis más recurrentes a la hora de explicar los mecanismos de invasión y se entregan ejemplos de EE.EE en los ecosistemas de Chile.

Especies exóticas, invasoras, introducidas, naturalizadas. ¿Hablamos de lo mismo?

Cualquier especie que a través de la intervención humana es transportada a un área que no corresponde a su área de origen natural, puede considerarse una **especie exótica** (Vilà y col. 2008). Las EE.EE han recibido varias denominaciones, siendo las más conocidas especies **introducidas, foráneas, alóctonas** o **no nativas**. El transporte de una especie debido a las actividades humanas puede ocurrir tanto de forma voluntaria como involuntaria. Las especies son transportadas voluntariamente por varias razones: pueden constituir una fuente de recursos (alimenticios, medicinales, silvícolas, experimentales) o ser de interés ornamental (jardinería, mascotas, caza). Las formas involuntarias en que las especies son llevadas de una región a otra, pueden ir asociadas al transporte de un sustrato (por ejemplo, el barro de los vehículos que puede transportar propágulos y semillas, las aguas de lastre de los barcos que transportan organismos marinos entre distintas zonas) o viajar sobre otra especie (un fruto transportado puede llevar larvas, un animal parásito o nuestras ropas semillas). También una especie puede introducirse en un nuevo hábitat, producto de los cambios topográficos que realiza el hombre en el paisaje, por ejemplo, al ocurrir la apertura de un canal como ocurrió en Panamá, se permitió el paso involuntario de ciertas especies marinas entre el Océano Pacífico y Atlántico. Cuando las EE.EE llegan a un nuevo sitio pueden potencialmente asentarse y reproducirse, a veces de forma muy acelerada, llegando a constituir una **invasión biológica**. Muchas EE.EE no llegan a transformarse necesariamente en una invasión, ya que está impedidas de reproducirse o las condiciones no son favorables para su asentamiento. Aún no existen criterios exactos para establecer cuando una EE.EE debe considerarse invasora, principalmente por lo difícil que es encontrar criterios generales que engloben a distintos tipos de especies (por ejemplo, plantas, animales y hongos). Incluso dentro de un mismo grupo,

como las plantas, sería difícil comparar un árbol con una hierba, ya que ambas presentan un ciclo de vida completamente distinto. Sin duda hay ciertas características comunes que permiten considerar a algunas especies como IB: presentan una alta densidad y gran número de individuos, se establecen en grandes áreas en unas pocas generaciones, tienen una reproducción y crecimiento rápido, y pueden llegar a producir la extinción de especies nativas. Sólo un mayor número de investigaciones en este tema permitirá precisar cuando estamos frente a una EE.EE y a una IB. Algunos autores han indicado que las IB tienen un impacto negativo sobre la economía, sin embargo, aquí nos referiremos a este tipo de especies como **plagas** o **pestes**. Las plagas son especies con un crecimiento poblacional muy acelerado, que en poco tiempo pueden alcanzar un gran número de individuos. Sin embargo pocas especies llegan al estatus de plaga, por las particulares condiciones ambientales necesarias para su desarrollo, y por la existencia de agencias de control sanitario que mantienen un férreo control del transporte y desarrollo de este tipo de especies. En nuestro país el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) mantiene un control aduanero para impedir el paso de cualquier tipo de fruta que pudiera transportar, entre otras especies, a la mosca de la fruta (*Ceratitidis capitata*), un díptero de origen africano y que presenta amplia distribución en los países con clima templado, y que genera millonarias pérdidas al atacar distintas especies de frutales.

Las EE.EE pueden llegar a constituir poblaciones autónomas capaces de reproducirse y mantenerse en el tiempo, las que se incorporan a nuestros ecosistemas. Denominamos a estas especies como **naturalizadas** o **establecidas**. Uno de los ejemplos más comunes de especie naturalizada en nuestro país lo constituye la planta conocida como “dedal de oro” (*Eschscholzia californica*), originaria de California, que se encuentra a la orilla de caminos y en praderas degradadas en la zona central.

Un fenómeno asociado al establecimiento de EE.EE, tiene relación con la escala espacial a la que se estudia este problema. No es lo mismo observar las especies dentro de una pequeña localidad (como puede ser el jardín de nuestras casas, un parque o una pradera) que una gran localidad (región o un continente). Cuando las EE.EE son estudiadas a una escala pequeña, observamos un aumento de la riqueza de especies y se pueden establecer con mayor precisión las interacciones que las EE.EE tienen con las especies nativas, lo que permite conocer las distintas adaptaciones que estas especies utilizan en sus nuevos ambientes. Por otro lado, a una escala de observación amplia hay una disminución de la riqueza de especies y se obtienen patrones generales del comportamiento de este tipo de especies, por lo que se puede determinar si hay ciertos taxa que presentan una mayor capacidad de invadir, o determinar si hay zonas más susceptibles a ser invadidas. Los estudios realizados a gran escala de observación han documentado que los ecosistemas que han sido invadidos, son cada vez más parecidos entre sí, ya que las EE.EE se repiten entre las regiones del mundo. Este fenómeno se conoce como **homogeneización biótica**. La homogeneización biótica se relaciona con la pérdida de biodiversidad de los ecosistemas y ha sido tan acelerada en los últimos años que algunos científicos postulan que nos encontramos en una época que puede ser denominada **Homogoceno**, concepto que significa “la era de la homogeneización”. La homogeneización biótica sería más notoria entre ecosistemas con climas similares, ya que las especies exóticas/invasoras, se adaptan mejor a hábitats similares. Por ejemplo, esto ha sido estudiado comparando ecosistemas templados como los que comparten la zona central de Chile,

California y la cuenca del mediterráneo Europeo. Además, la homogeneización biótica es mayor entre zonas con un historia de intercambio económico más antigua (como Europa y Estados Unidos) ya que las actividades de transporte permiten el viaje de especies de un sitio a otro (Jiménez y col. 2008).

¿Cómo una especie exótica se transforma en una invasión biológica?

Varias hipótesis se han utilizado para explicar los mecanismos que hacen que una EE.EE se convierta en una especie invasora. Fue el naturalista inglés Charles Darwin (1859), quien primero se aproximó a este problema. Darwin utilizó el principio de semejanza filogenética (especies que están emparentadas en su historia evolutiva) para explicar el éxito de las EE.EE en nuevos ambientes. Su hipótesis apuntaba a que las EE.EE se convertirían en invasoras si existen especies nativas similares en el área invadida, dado que las EE.EE utilizarían el mismo grupo de recursos e interacciones bióticas que las especies nativas. Sin embargo, deben considerarse otros factores al explicar el fenómeno de las IB desde esta perspectiva. Por ejemplo, las especies nativas pueden competir con las EE.EE, traspasando sus enfermedades o interactuantes negativos (como parásitos, herbívoros si se trata de una planta, o depredadores si la EE.EE es un animal). Fue el ecólogo inglés Charles Elton (1950) quien puso atención en este punto y estudió en profundidad las EE.EE a mediados del siglo XX. Para Elton, el éxito de una EE.EE dependía de dos factores: la existencia de un “nicho vacío”, esto significa que una EE.EE se hace exitosa porque la mayoría de los recursos e interacciones bióticas que necesita están a libre disposición en el ambiente (Elton 1958). El segundo factor mencionado por Elton señala que las EE.EE se deben liberar de la competencia con las especies nativas y reducir los potenciales daños que éstas puedan ejercer. Los trabajos de Elton fueron decisivos para sentar las bases de la disciplina de las Invasiones Biológicas.

Actualmente varias hipótesis se utilizan para explicar el fenómeno de las EE.EE e IB (Tabla 1). Dado que los sistemas biológicos estudiados presentan una alta complejidad, muchas veces deben relacionarse distintas hipótesis. Son tres los factores que determinan el éxito de una especie exótica (Figueroa y col. 2004): (i) disponibilidad de propágulos de la EE.EE; (ii) características de la comunidad donde las especies son introducidas; y (iii) rasgos de las especies exóticas que le permiten establecerse en un nuevo ambiente. Las EE.EE nos entregan una oportunidad única en el desarrollo de las teorías ecológicas: permiten que estudiemos de forma experimental, en el corto y mediano plazo, los mecanismos que permiten el establecimiento de especies. Entender como las especies se asientan y dispersan es un tema central en ecología y evolución, aunque son escasos los sistemas que permitan estudios completos. Las especies exóticas, por su abundancia, rápida dispersión y establecimiento en variados ecosistemas se han convertido en un tema de marcado interés en la actualidad.

Efectos de las especies exóticas sobre las especies nativas

Desde aproximadamente una década entre los ecólogos se ha instalado un nuevo paradigma que ha dirigido parte importante de las investigaciones: “las especies exóticas son una amenaza a la biodiversidad”. Aunque esta sentencia es ampliamente aceptada por varios grupos, requiere de mayor sustento científico y surgen varias preguntas tras su análisis. Por

ejemplo, ¿a qué tipo de organismos afectan las especies exóticas?, ¿cómo afectan a las especies nativas?, ¿son agentes reales de extinción de especies nativas? Las EE.EE pueden interactuar con las especies nativas de dos formas, (i) directa, o (ii) indirectamente. Los casos de interacción directa son los más evidentes. En éstos una EE.EE o IB forma una relación binaria de carácter negativo con la especie nativa (depredación, herbivoría, parasitismo, competencia) afectando su desarrollo y reproducción. Por ejemplo, entre organismos sésiles el establecimiento de una EE.EE puede quitar el espacio de las especies nativas (como plantas, algas, algunos animales marinos) o modificar las condiciones abióticas de un sitio (sombra a plantas más pequeñas, producir sustancias que matan las especies que se encuentran alrededor, modificar las concentraciones de nutrientes). Animales en general (desde insectos a mamíferos) pueden comportarse como depredadores o herbívoros de especies nativas, generando daño en el corto plazo. Por supuesto, todas estas interacciones pueden ser medidas y comparadas con sitios donde la EE.EE se encuentran ausentes, lo que permite evidenciar experimentalmente el daño que ejercen sobre las especies nativas. Las interacciones indirectas presentan un grado de complejidad mayor. Estas ocurren cuando una EE.EE afecta a una especie nativa por intermedio de una tercera especie (especie intermediaria). Por ejemplo, al introducir una planta en una zona no vemos ningún efecto directo, pero las flores o frutos de esta planta pueden modificar el comportamiento de los polinizadores o dispersores (estas son las especies intermediarias) ya que estos escogerán los recursos de la nueva especie, reduciendo el éxito de las especies nativas. Un segundo ejemplo puede relacionarse con el caso de animales que modifican el paisaje. Imagine un grupo de castores, los que al cortar una especie de árbol eliminan de forma indirecta todas las especies epífitas (plantas que viven sobre otra planta) que pueden servir de alimento a herbívoros nativos. Desconocemos de los efectos que las EE.EE tienen sobre las especies nativas y todas las consecuencias que conllevan a largo plazo.

Especies exóticas e invasiones biológicas en Chile

Aun no existe un conocimiento acabado de la biodiversidad en Chile, sin embargo se han realizado algunos esfuerzos por tratar de documentarla (Simonetti y col. 1995). Respecto a las EE.EE, los registros más avanzados son los relacionados con plantas (Matthei 1995), reconociéndose unas 550 especies introducidas (cerca del 14% del total de las plantas de nuestro país). El porcentaje de mamíferos naturalizados es relativamente menor que el de las plantas, respecto al total de especies que existen en nuestro país (19 mamíferos naturalizados, 11% del total) y aún menor es el número de aves introducidas (7 aves exóticas de un total de 456 especies, cercano al 1,5% del total). Las EE.EE e IB se concentran principalmente en las regiones centrales de Chile, donde las condiciones climáticas son benignas para permitir el establecimiento de este tipo de especies, además de ser una zona donde se ha concentrado la mayoría de las poblaciones humanas.

Los animales exóticos tienen un gran impacto porque tienen efectos directos sobre las especies nativas: pueden ser herbívoros devastadores como el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), la liebre europea (*Lepus capensis*) o la cabra (*Capra sp.*). Los roedores son especies adaptadas a distintos ecosistemas y generan impactos importantes. Por ejemplo, los castores (*Castor canadensis*) modifican el paisaje inundando bosques donde los árboles mueren al poco tiempo

(Baldini y col. 2008); las ratas (*Rattus rattus* y *Mus musculus*) son reconocidas como vectores de enfermedades infecciosas que afectan a los humanos, además de producir daños a los cultivos. Algunos invasores más crípticos pueden ser los insectos.

Los insectos actúan como herbívoros o polinizadores de especies nativas. Algunos polinizadores exóticos como la abeja de miel (*Apis mellifera*) y el abejorro europeo (*Bombus terrestris*) afectan negativamente a las plantas nativas ya que pueden llevar cantidades inadecuadas de polen, transportar polen de otras especies, o competir con los polinizadores nativos. Todos estos factores puede generar que las plantas nativas reciban menos polen del necesario para llegar a la formación de semillas, amenazando su persistencia en el tiempo. Por el lado de las plantas, las especies de uso forestal han generado profundos cambios en el paisaje. El eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y el pino insigne (*Pinus radiata*) han sido cultivados en grandes extensiones de terreno en las últimas tres décadas. El establecimiento de estas especies requiere la erradicación de bosques nativos, lo que ha reducido significativamente las áreas de bosque en nuestro país, especialmente en la zona central (Echeverría y col. 2006), aunque también su cultivo se realiza en terrenos degradados. Aún se desconocen los efectos sobre las especies nativas que este tipo de plantaciones tiene: por un lado pueden actuar como refugio de algunos animales (principalmente aves) lo que aumentan las poblaciones de algunas especies. Por otro lado, dentro de las plantaciones forestales encontramos una baja diversidad de especies de plantas e insectos. Asociado a los cultivos forestales crecen arbustos y hierbas exóticas que compiten con las especies nativas (generando sombra, saturando el espacio disponible o generando alelopatía a través del exudado de compuestos químicos). Algunos arbustos que parecen producir daño a la flora local se encuentran principalmente en la zona centro y sur. Entre estos destacan la retamilla (*Cytisus striatus*), el espinillo (*Ulex europaeus*) y la zarzamora (*Rubus fruticosus*) especies de rápido crecimiento y copiosa reproducción que saturan el ambiente con su presencia.

Una línea importante de investigación en el futuro es la restauración ecológica. Es necesario evaluar de forma experimental y económica si hay ventajas en tratar de recuperar ciertos ecosistemas invadidos erradicando las especies exóticas. Si bien hasta ahora me he referido a los daños que producen las EE.EE sobre las especies nativas; algunas veces las primeras facilitan a las especies nativas (ver Zavaleta y col. 2001) por lo que son necesarias cuidadosas evaluaciones, considerando de forma especial los costos asociados, antes de realizar este tipo de intervención.

Conclusiones

Las especies exóticas son aquellas que llegan a un nuevo hábitat transportadas por humanos, ya sea de forma voluntaria o involuntaria. Una vez establecidas y si las condiciones del nuevo hábitat lo permiten, pueden transformarse en invasiones biológicas. Dado que varios trabajos científicos han documentado que este tipo de especies tienen efecto negativo sobre las especies y ecosistemas nativos, han sido postuladas como una de las más graves amenazas a la biodiversidad. La presencia de EE.EE e invasoras hace que los ecosistemas cada vez sean más similares entre sí, generando homogeneización biótica con pérdida de identidad de los ecosistemas nativos. La investigación sobre especies exóticas invasoras seguirá creciendo en

los próximos años, permitiendo entender de mejor manera como este tipo de especies se establece y afecta las especies nativas. Sin embargo, en nuestro país debe crecer el número de investigaciones en este campo ya que aún desconocemos a cabalidad la biodiversidad existente y los efectos que las EE.EE tienen sobre las especies nativas.

Tabla 1. Principales hipótesis que explican el establecimiento de especies exóticas y formación de invasiones biológicas. Modificado del trabajo de Mitchell y col. (2006)

Hipótesis	Explicación	Efecto sobre la EE.EE
Escape de enemigos	Las EE.EE se liberan de sus enemigos naturales al establecerse en nuevos hábitats	Aumenta
Evolución del incremento de la habilidad competitiva (EICA)	Las EE.EE aumentan su capacidad de competir con las especies al establecerse en nuevos hábitats	Aumenta
Resistencia biótica	Las especies nativas actúan como enemigas de las EE.EE, la comunidad tiene una baja probabilidad de ser invadida	Disminuye
Facilitación mutualista	Las especies nativas favorecen el establecimiento de EE.EE	Aumenta
Nicho vacío	Las EE.EE utilizan recursos e interacciones que se encuentran disponibles en el nuevo ambiente	Aumenta
Armas novedosas	Los rasgos de las EE.EE actúan como armas contra las especies nativas	Aumenta

Referencias

Vilà M, Castro M, García-Berthou (2008) ¿Qué son las invasiones biológicas? En: Vilà M, Valladares, F, Traveset A, Santamaría L, Castro P (Editores) *Invasiones Biológicas*. CSIC, Madrid, España. Disponible en <http://digital.csic.es/handle/10261/5272>

Jiménez A, Pauchard A, Cavieres LA, Marticorena A, Bustamante RO (2008) Do climatically similar regions contain similar alien floras? A comparison between the mediterranean areas of Central Chile and California. *Journal of Biogeography* 35: 614-624

Darwin C (1859) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. John Murray, London, UK. Disponible en <http://darwinonline.org.uk/contents.html>

Elton CS (1958) *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Methuen & Co., London, UK

Mitchell CE, Agrawal AA, Bever JD y colaboradores (2006) Biotic interactions and plant invasions. *Ecology Letters* 9: 726-740

Figueroa JA, Castro SA, Marquet PA, Jaksic FM (2004) Exotic plant invasions to the mediterranean region of Chile: causes, history and impacts. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 465-483

Simonetti J, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E (1995) *Diversidad Biológica de Chile*. CONICYT, Santiago de Chile

Matthei O (1995) *Manual de las malezas que crecen en Chile*. Alfabetá Impresores, Santiago de Chile

Baldini A, Oltremari J, Ramírez M (2008) Impacto del castor (*Castor canadensis*, Rodentia) en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego, Chile. *Bosque* 29: 162-169

Zavaleta ES, Hobbs RJ, Mooney HA (2001) Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 454-459

Agradecimientos

Este trabajo es parte de las actividades de extensión del proyecto CONICYT AT-24071055 y AECI A/ 9717/07

Gastón O. Carvallo

Departamento de Ciencias Ecológicas
Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Las Palmeras 3425, Ñuñoa

Teléfono: 56(2) 978-7438 (Fax: 56(2)272-7363) - E-mail: gcarvallob@gmail.com