

CONÍFERAS EXÓTICAS EN PATAGONIA: ¿POTENCIAL INVASIÓN?

Las especies exóticas, pueden convertirse en invasoras perjudicando a los ecosistemas locales. Este podría ser el caso de las coníferas exóticas en el noroeste patagónico.

Cecilia I. Núñez y Martín A. Núñez



¿Qué es una especie introducida, una naturalizada y una invasora?

Los términos "especie introducida o exótica", "especie naturalizada" y "especie invasora" suelen utilizarse como sinónimos, sin embargo existen diferencias importantes entre ellos. Las especies introducidas o exóticas son aquellas que como resultado de la actividad humana, han logrado migrar de forma accidental o intencional hacia áreas distintas de donde se originaron y evolucionaron. Si bien las migraciones son un proceso natural, su intensidad y su frecuencia se ha incrementado de forma desproporcionada debido a la actividad humana, en particular al comercio. Prácticamente no hay región en el mundo en que su flora o su fauna no presenten elementos exóticos. En la gran mayoría de los casos, las especies inmigrantes o bien no logran adaptarse a la nueva región, o se establecen y se naturalizan conviviendo con las especies locales, sin alcanzar altas densidades a nivel regional ni convertirse en un problema. Es decir, las especies introducidas y naturalizadas no suelen volverse invasoras.

Sin embargo, hay especies que logran expandirse de manera descontrolada más allá del rango donde fueron introducidas. En este caso, puede decirse que una especie introducida se vuelve invasora, pudiendo

producir un gran daño en los ecosistemas nativos. De hecho, las especies invasoras son la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial, precedida sólo por la destrucción de hábitat.



¿Qué provoca que una especie naturalizada se convierta en invasora?

Para que una especie introducida, tanto animal como vegetal, se naturalice y además se vuelva invasora, debe superar una serie de barreras. La primera y más obvia es la geográfica, es decir que debe poder llegar al nuevo ambiente (transportada de forma intencional o accidental); luego debe ser capaz de sobrevivir en las nuevas condiciones ambientales, y también debe poder reproducirse exitosamente. Una vez superadas estas tres barreras o condiciones se la considera naturalizada. Si además de reproducirse, se dispersa exitosamente, ha superado una barrera más. Si la regeneración es abundante en sitios lejanos a donde originalmente fue introducida, ya se considera invasora y se convierte en un problema. En general, las especies exóticas que se naturalizan y se dispersan exitosamente, lo hacen en ambientes modificados por el ser humano, es decir comunidades ya alteradas. Si esta especie logra invadir ambientes naturales, ha superado la última barrera y se torna una seria amenaza para la conservación de especies nativas. El tiempo en superar una barrera determinada puede ser breve o llevar años si la especie muestra una fase de retardo. Puede ocurrir que una especie exótica conviva en un determinado ecosistema durante muchas décadas siendo una especie poco abundante o rara y "de pronto" comience a invadir.

El "éxito" o "fracaso" de una introducción está mediado por distintos factores tales como el número de introducciones en una misma localidad, la cantidad de individuos introducidos (comúnmente se piensa que las invasiones son más rápidas si las contaminaciones son muchas, pequeñas y dispersas, comparadas con una única y gran contaminación), del azar de las fuerzas ambientales (p. ej., la existencia de períodos de clima benigno o severo), si la especie es normalmente cultivada por el hombre (lo que incrementa sus posibilidades de volverse exitosa en el nuevo ambiente) y la presencia de disturbios en el área de introducción

Palabras clave: especies exóticas, invasiones biológicas, forestación, pinos, ecosistemas nativos

Cecilia I. Núñez

Laboratorio Ecotono, Centro Regional Universitario Bariloche
UNComahue - CONICET
Lic. en Biología, UNComahue y Dra. en Biología, Universidad de Montana, EE.UU.
cecinu@crub.uncoma.edu.ar

Martín A. Núñez

Department of Ecology and Evolutionary Biology, The University of Tennessee
569 Dabney Hall, Knoxville, TN 37996, USA
Lic. en Biología UNComahue y alumno del doctorado en Ecología y Evolución en la Universidad de Tennessee, EE.UU.
mnunez@utk.edu

Recibido: 15/11/06. Aceptado: 15/03/07.



Fig. 1. Plantaciones de coníferas exóticas en el Valle Encantado, en una zona de ecotono entre el bosque andino-patagónico y la estepa.

(como fuego, herbivoría por ganado, o prácticas agrícolas, que tienden a favorecer a las especies invasoras). En contraparte, la ausencia de disturbios (si se mantiene la estructura de la comunidad original) dificulta una posible invasión. Otro factor importante es la presencia o no de organismos asociados, tanto perjudiciales (como predadores o parásitos), o beneficiosos (como polinizadores, dispersores u hongos micorrízicos en el caso de las plantas, que colaboran en la absorción de nutrientes del suelo).

Los factores intrínsecos de la especie son también importantes, por ejemplo, el grado de variabilidad genética y de plasticidad de los individuos introducidos puede favorecer o no la adaptación o aclimatación al nuevo ambiente. La mayor cantidad de semillas o propágulos que produce y una buena capacidad de dispersión, incrementan las posibilidades de una especie de arribar a sitios nuevos y expandir el rango de su distribución.

No obstante, predecir si una especie se volverá invasora o si un determinado ecosistema será invadido es sumamente difícil y las excepciones a las generalizaciones antes mencionadas abundan. Hasta el momen-

to, la característica que ha demostrado mayor eficacia en predecir invasiones es saber si una especie ha invadido otra región.



Los pinos en la Patagonia

La introducción de coníferas exóticas tales como pinos, abetos, enebros o secuoyas no es un fenómeno nuevo en la Patagonia. Desde principios del siglo XX, fueron introducidas y cultivadas más de 60 especies distintas de coníferas con fines ornamentales y productivos. En las últimas décadas, se han incrementado las plantaciones de especies de rápido crecimiento con fines comerciales (Figura 1).

Las plantaciones constituyen una nueva alternativa de producción, que apunta desde el punto de vista gubernamental a crear un polo maderero sustentado en la aptitud de grandes extensiones de tierras, para satisfacer la gran demanda de madera regional y a recuperar sitios sobre pastoreados, especialmente en la estepa. Las plantaciones son promovidas y subvencionadas por incentivos fiscales provinciales y nacionales. Hasta el momento hay plantadas cerca de 60.000 ha, pero se consideran apropiados para el monocultivo de



Fig. 2. Regeneración de pinos en zonas disturbadas cercanas a una plantación, en el borde de una ruta.

coníferas unas 2.000.000 ha. Las especies más utilizadas son el pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), el más común en las zonas de ecotono entre el bosque y la estepa, ocupando más del 80% de la superficie total forestada, el pino murrayana (*Pinus contorta* var. *murrayana*), plantado en las zonas más ventosas y frías, y el pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), frecuente en zonas más húmedas y con mejores suelos.

En distintos lugares del planeta, como Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda, algunas de las especies de coníferas introducidas se han vuelto invasoras. En los lugares donde han invadido ecosistemas locales, reducen la biodiversidad, alteran el régimen hídrico y el ciclo de nutrientes del suelo y modifican el régimen de incendios forestales, entre otros problemas.

Esto nos lleva a preguntarnos ¿Es posible la invasión de alguna o algunas especies de coníferas exóticas en el noroeste patagónico? Si ocurriera ¿Qué ecosistemas se verían más perjudicados? Para responder esto analizaremos la forma en que las coníferas introducidas en la Patagonia encajan en las descripciones mencionadas y cómo se relaciona esto con los ecosistemas locales.



Factores que podrían favorecer la invasión de pinos

Hay varias características que tienen las especies invasoras, que se pueden aplicar a las coníferas exóticas introducidas en el noroeste patagónico (Tabla 1). De hecho, los pinos son considerados un grupo ideal para analizar los atributos que separan a las especies invasoras de las no invasoras. Esto se debe al gran número de especies, la diversidad de ambientes donde han sido introducidos y las diferentes características entre las especies del grupo.

Un factor de riesgo es que en la región se ha introducido una gran número de especies de coníferas exóticas (más de 60), hace un período de tiempo relativamente largo (más de 80 años). Otro factor, es el ritmo creciente con el cual se realizan las plantaciones. Los

eventos y las condiciones en diferentes zonas podrían afectar a las poblaciones implantadas de manera distinta. Los distintos genotipos (es decir, variantes genéticas) introducidos podrían favorecer la acción de la selección natural y la aparición de genotipos con características distintas a las poblaciones originales y mejor adaptadas al nuevo ambiente.

Las coníferas exóticas, en general son cultivadas, lo que implica que son cuidadas para asegurar su crecimiento. Además, la silvicultura (disciplina que trata sobre el cultivo de plantas del bosque o montes) en el caso de las plantaciones, en gran medida está dirigida a incrementar la productividad de las mismas. Esto implica por ejemplo, que las especies y los genotipos son seleccionados por su rápido crecimiento, generalmente mayor al de las especies nativas. Esto sugeriría que pueden ser mejores competidores, excluyendo a las especies locales.

También se ha observado que las coníferas exóticas regeneran muy bien en ambientes disturbados, tales como bordes de caminos y zonas incendiadas (Figura 2). De hecho, los disturbios favorecen, en la mayoría de los casos, la regeneración de especies exóticas (no solo coníferas). Por ejemplo, el pino ponderosa tiene adaptaciones para regenerar velozmente luego de incendios de cierta frecuencia e intensidad. La presencia de coníferas en áreas disturbadas por el hombre sugiere que con el tiempo éstas eventualmente podrían invadir sistemas naturales. Por otra parte, el cambio climático global también podría favorecer la invasión de coníferas exóticas, exacerbando las diferencias entre las especies nativas y exóticas.

Otro factor preocupante es que las especies de coníferas exóticas utilizadas en las plantaciones tienen antecedentes como invasoras en otras partes del mundo donde han sido introducidas. En un estudio se determinaron una serie de factores (peso de la semilla, edad hasta alcanzar el período reproductivo e intervalo entre años de gran producción de semillas), con los cuales se calculó un valor que indica el potencial invasor de una especie. Las especies de coníferas plantadas en la Patagonia tienen valores que indican que son potencialmente invasoras.

Fig. 3. El pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) crece mas rápido que el ciprés (*Austrocedrus chilensis*).



Factores que dificultarían la invasión de pinos

Si bien hay varios factores que hacen pensar que los pinos pueden ser invasores, hay otros que apuntan a lo contrario. Por ejemplo, el clima de la región patagónica, a diferencia del que presenta el hemisferio norte, donde hay grandes diferencias entre el invierno y el verano, se caracteriza por inviernos que no son extremadamente fríos, veranos que tampoco son muy cálidos y heladas durante todo el año. Si bien los inviernos "suaves" podrían beneficiarlas, los veranos frescos podrían desfavorecer a estas especies exóticas.

Otro factor es la falta de evidencia que muestre la invasión en ambientes naturales prístinos o bien conservados en la región, al menos en zonas boscosas de áreas húmedas. Hasta el momento, los estudios realizados muestran que la regeneración de coníferas exóticas es muy abundante en áreas cercanas a las plantaciones (menos de 200 m de éstas), las cuales suelen ser lugares muy disturbados. A su vez, la especie más plantada en la región, el pino ponderosa, es la que tiene menor potencial invasivo, según lo observado en la región y en otras partes del mundo, en comparación con las otras especies comúnmente plantadas. Dentro del bosque nativo sano, el establecimiento de coníferas exóticas es infrecuente. Esto sugeriría que hay elementos que están frenando la invasión en las áreas boscosas naturales (para poder decir que una especie está invadiendo se debe considerar una escala regional y no a la escala de una plantación puntual). Además, dado lo antiguo de la introducción de algunas coníferas en esta región los factores (aún no determinados) que estén previniendo su invasión hacia los bosques nativos, podrían en principio, perdurar in eternum. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la regeneración abundante en sitios disturbados puede significar el preludio de una invasión en el futuro.

Algunos de los factores que podrían estar frenando una invasión son la ausencia de organismos beneficiosos y la presencia de otros perjudiciales. Por ejemplo, los pinos necesitan la presencia en el suelo de hongos mutualistas, las micorrizas. Donde éstas están ausentes los pinos no pueden regenerar; de hecho en otras partes del mundo se suele inocular o dispersar esporas

de estos hongos para asegurar el éxito de las plantaciones. Los roedores y otros predadores de semillas, aparentemente tienden a preferir las semillas de las coníferas exóticas, quizás porque éstas son más grandes que las de las especies arbóreas nativas.

Finalmente, a nivel mundial, los pinos no suelen invadir ambientes boscosos. Diferentes autores encontraron que los ambientes más invadidos por pinos son los disturbados, seguidos por los pastizales, luego los arbustales y por último, los bosques. Esto haría suponer que las zonas de bosque andino-patagónico serían menos vulnerables que las del ecotono (matorral) y la estepa (pastizal-arbustal). Sin embargo estos estudios no incluyeron al pino oregón, común en las zonas húmedas de la región patagónica.



Las plantaciones de pinos y sus riesgos para los ecosistemas locales

Dado que las plantaciones se están realizando en mayor proporción sobre la franja de ecotono y que por sus características no suelen invadir lugares boscosos no disturbados, si se produce una invasión en el corto o en el largo plazo, uno de los ecosistemas más amenazados podría ser el ecotono y en parte, la estepa. El ecotono es una angosta franja de contacto entre el bosque andino-patagónico y la estepa, carac-

terizado por la presencia de árboles bajos y arbustos (matorral) y una gran diversidad de especies animales y vegetales. Lamentablemente, el matorral se lo percibe como de bajo valor estético y está poco incluido en la mayoría de las áreas protegidas. Sin embargo, posee muy alto valor ecológico, dado que posee especies únicas y ofrece refugio y alimento a una gran cantidad de especies de aves y pequeños mamíferos. Además, estos arbustos son fundamentales para la regeneración de una conífera nativa, el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), en zonas secas.

La estepa es una región semidesértica muy amplia que caracteriza la mayor parte del territorio patagónico. Su grado de aridez y su vegetación varía según la región. Si los pinos se expandieran en la estepa (en particular el pino ponderosa y el pino murrayana), probablemente ocupen las zonas menos secas de ésta, pues aunque toleran zonas más áridas, su crecimiento se ve comprometido. Las consecuencias en estos ecosistemas pueden llegar a ser graves, particularmente en el ecotono pues su superficie es relativamente pequeña y las especies presentes difícilmente podrían coexistir con los pinos. Por ejemplo, los arbustos no son tolerantes a la sombra y mueren una vez que un árbol los supera y ensombrece.

De todas maneras, aún cuando las coníferas exóticas no se tornen invasoras, siguen representando una amenaza para los ecosistemas locales. Uno de los mayores peligros es la alteración del régimen de fuego, pues los pinos incrementan y modifican la estructura de los combustibles y, dada la extensión de las plantaciones, incrementan la conectividad entre parches de arbustos o bosques, incrementando las posibilidades de que el fuego alcance ecosistemas adyacentes.

Por otra parte, como ya mencionamos, los disturbios tornan a los ecosistemas nativos mucho más vulnerables a una posible invasión. En la región norpatagónica, los disturbios de origen humano más frecuentes son los incendios forestales, la presencia de ganado y otros herbívoros exóticos (que modifican el suelo, dispersan semillas, muchas veces de especies exóticas, y afectan la estructura de la comunidad vegetal) y la extracción ilegal de madera (para combustible y construcción), entre otros.



Problemas para una conífera local, el ciprés de la cordillera

El caso del ciprés de la cordillera merece un párrafo aparte por sus características particulares (ver recuadro). En zonas de ecotono, esta especie podría ser particularmente sensible a la invasión de coníferas exóticas. Actualmente, un factor de conflicto entre esta conífera nativa y las exóticas es que la distribución del ciprés en el ecotono se superpone con las zonas aptas para realizar plantaciones. La ausencia del ciprés en

El ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*)

Es un árbol endémico pues solo crece en el Sur de Argentina y Chile. En Argentina se distribuye entre los 39°- 43° y en Chile entre los 36°- 39° de latitud sur aproximadamente. Es la única especie en su género (o sea es un género monoespecífico), lo que nos habla de su rareza, característica que comparte con el ciprés de las guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) y el alerce (*Fitzroya cupressoides*). Posee gran importancia como especie maderera y gran valor paisajístico y cultural y ha sido declarado "Árbol emblemático de la Provincia de Río Negro" (Ley 3387). Entre las características particulares del ciprés podemos mencionar que crece a lo largo de buena parte del marcado gradiente oeste-este de precipitación de la región (uno de los más abruptos del planeta, pues la precipitación decrece de más de 3000 mm por año a menos de 500 mm en una distancia menor a 100 Km, debido a la presencia de la cordillera de los Andes). Es la única conífera nativa que crece en zonas de baja precipitación, como las áreas de ecotono y parte de la estepa. Además, es una especie dioica lo cual significa que cada individuo tiene un único sexo.

algunas áreas de ecotono, suele ser interpretada por administradores forestales como evidencia de que el ciprés no puede crecer en esas áreas. Sin embargo, estudios ecológicos así como mediciones fisiológicas, indican que la ausencia del ciprés se debe a disturbios recientes tales como el fuego y la ganadería, y no a límites eco-fisiológicos, y que estas áreas semidesérticas son apropiadas para el crecimiento del ciprés. Por lo tanto, las plantaciones de pinos, estarían ocupando sitios que potencialmente podrían ser repoblados por ciprés, si se permitiera a la naturaleza seguir su curso.

Dado que las especies cultivadas han sido seleccionadas por su rápido crecimiento, tienden a excluir al ciprés cuando crecen en proximidad (Figura 3), además de alterar el régimen de agua del suelo, entre otros impactos negativos. La presencia de los pinos también podría limitar la migración del ciprés a otras áreas, lo cual se torna particularmente importante en un escenario de cambio climático global. Si el clima cambia, las especies tienen dos opciones: se adaptan al nuevo clima, lo cual requiere poblaciones grandes para asegurar la diversidad genética, o deben migrar hacia áreas favorables. Para el ciprés, estas dos alternativas podrían verse dificultadas por la presencia de coníferas exóticas. A su vez, los arbustos característicos de esta zona también están siendo reemplazados, pues

las coníferas exóticas al crecer los eliminan, como se mencionó previamente.

Por último, el ciprés está siendo amenazado por muchos otros factores, tales como la presencia de herbívoros exóticos (ganado vacuno, cabras, ciervos), el mal del ciprés, la tala ilegal y no sostenible y la expansión de las ciudades. Por lo tanto, los bosques de ciprés están entre los más amenazados debido a la presencia humana.



Consideraciones finales

Muchas especies de coníferas han sido introducidas en distintas partes del mundo y plantadas ampliamente. Éstas, en algunos casos se han vuelto invasoras, particularmente en ambientes disturbados y no boscosos. Dado que son especies de importancia comercial y que existe una gran demanda de productos madereros, compatibilizar esta actividad productiva con la conservación de los ecosistemas nativos representa un gran desafío.

Una alternativa para la protección de ecosistemas locales sería el restringir las plantaciones a áreas específicamente delimitadas y modificar las prácticas silviculturales. Los conocimientos actuales sobre la ecología de las invasiones de pinos y de las especies locales facilitarían la delimitación de zonas con menor riesgo de invasión. Las técnicas silviculturales también tienen importancia, por ejemplo, los sistemas silvopastoriles (donde se asocian árboles y pastizales para el ganado) permitirían mantener al menos una parte de la comunidad original, a su vez la remoción de los individuos que se establecen en áreas naturales a partir de las plantaciones reduciría el riesgo de invasión. En otras partes del mundo se están utilizando pinos modificados genéticamente para incrementar su

productividad y se ha planteado que esto podría volverlos más invasores que las variedades naturales. Sin embargo, la biotecnología también podría utilizarse para reducir este riesgo, por ejemplo induciendo esterilidad. También sería muy importante que el gobierno amplíe los programas de estudios e incentivos para el establecimiento de plantaciones utilizando especies nativas maderables.

En el largo plazo, uno de los factores más importantes para prevenir invasiones es la expansión de áreas protegidas y la protección de los ecosistemas locales, limitando la ocurrencia de disturbios de origen humano, pues así se incrementa la resistencia de los ecosistemas locales a posibles invasiones de especies exóticas, no solo de pinos sino de otras especies, tales como la rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*) y la retama (*Cytisus scoparius*). Esto es particularmente importante en el contexto de cambios en el uso de la tierra y del cambio climático global.

Lecturas sugeridas

- Mack, R. N., D. Simberloff, W.M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout, y F. Bazzaz. 2000. Invasiones Biológicas: Causas, Epidemiología, Consecuencias globales y Control. *Tópicos en Ecología* 5: 1-20, <http://www.esa.org/sbi/sbi_issues/>
- Núñez, M. y C. Quintero. 2002. ¿Qué Hacer con las Especies Exóticas Invasoras?: Problemática y Técnicas de Manejo. Cuaderno Universitario N° 44. Centro Regional Universitario Bariloche. Bariloche.
- Richardson, D. M. 2006. Pinus: a model group for unlocking the secrets of alien plant invasions? *Preslia* 78:375-388
- Sarasola M. M., V. E. Rusch, T. M. Schlichter y C. M. Ghersa. 2006. Invasión de coníferas forestales en áreas de estepa y bosques de ciprés de la cordillera en la Región Andino Patagónica. *Ecología Austral* 16: 143-156.
- Schlichter, T. y P. Laclau. 1998. Ecotono estepa-bosque y plantaciones forestales en la Patagonia norte. *Ecología Austral* 8: 285-296.

#	Factor
1	Son cultivadas
2	La tasa de forestación es creciente
3	Las especies y genotipos forestales son de crecimiento rápido
4	Son especies que regeneran muy bien en ambientes disturbados
5	Son especies invasoras en otras partes del mundo
6	Tiene atributos biológicos que las hacen potencialmente invasoras

Tabla 1: Factores que podrían favorecer la invasión de coníferas exóticas en el noroeste patagónico.