

# El control de las invasiones biológicas, un difícil reto ambiental

Eduardo Sobrino  
Vesperinas.

Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agraria  
Universidad de La Laguna.  
Tenerife

## ANTECEDENTES E IMPORTANCIA DE LAS INVASIONES BIOLÓGICAS

El control de las especies invasoras es actualmente un tema central en el ámbito de la ecología, como consecuencia de la generalización del proceso introducción-naturalización-invasión, en grandes áreas de todo el planeta. Hasta tal punto es grave, que las invasiones biológicas son consideradas actualmente la segunda causa de extinción de especies a nivel mundial después de la destrucción de hábitats (DRAKE *et al.* 1989; LONSDALE, 1997; DEVINE, 1998; MACK *et al.* 2000, UICN, 2000). DANA *et al.*, 2004 consideran que las invasiones biológicas se deben considerar como un nuevo problema para el diseño de las estrategias de conservación de la biodiversidad (fig.1).

Los perjuicios que las invasiones biológicas producen en el medio son múltiples, y van desde la extinción de especies autóctonas, o bien su rarificación, a la alteración y pérdida de ecosistemas naturales, a la destrucción del paisaje o su disminución en valor, a la pérdida económica directa en cultivos y en jardinería, a la reducción de recursos cinegéticos, a la introducción de nuevos patógenos y un largo etcétera. La pérdida en biodiversidad puede deberse a la competencia por los recursos (hábitat y nutrientes), pero en animales puede ocurrir también por enfrentamiento directo por el hábitat o por situaciones de depredación. Además, las alteraciones tanto estructurales como funcionales de los ecosistemas pueden influir de forma muy variada sobre la viabilidad de las especies.

La introducción masiva de especies en nuevos hábitats, alejados de sus áreas naturales de distribución, aislados por importantes barreras geográficas, ha generado su expansión indiscriminada, causando fuertes problemas de competencia interespecífica entre especies originarias de distintas regiones biogeográficas, con diferentes resultados. En muchos casos las especies alóctonas o exóticas son normalmente introducida por causas antrópicas, aunque por diferentes vías (jardinería, agricultura, etc.), en medios alterados, desde donde colonizan medios más naturales. Hay que destacar que no todas las especies que son introducidas llegan a naturalizarse. Afortunadamente, a su vez, solo una parte de las especies naturalizadas llegan a convertirse en invasoras.

## ALGUNAS PRECISIONES TERMINOLÓGICAS FUNDAMENTALES

El término especies invasoras también ha sido objeto de discusión, que todavía continúa. Aquí utilizamos el término en el sentido de RICHARDSON *et al.* (2001), pues consideramos que sigue una terminología que engloba mejor las diferentes alternativas de las invasiones biológicas. Desde esta perspectiva, una especie invasora sería aquella especie naturalizada capaz de producir nuevas poblaciones alejadas de la inicial. Esta definición contrasta con la propuesta por la IUCN (2000), que relaciona la condición de invasora de forma directa con su capacidad de establecimiento en un hábitat natural o seminatural, como agente capaz de cambiar el medio y de constituir una amenaza para

la biodiversidad nativa. Sin embargo, Richardson *et al.* (*l.c.*) desligan el carácter invasor de una serie de condicionantes:

**1) Del tiempo que lleva introducida: arqueófito, neófito.** Este último término puede englobar especies introducidas de manera muy reciente o hasta 1492 d.C. (Descubrimiento de América). La consideración de invasión frente a naturalización se relaciona con la longitud de la **fase de retardo** (Kowarik, 1995) o **fase de latencia**, diferente para las distintas especies. El proceso se cuantifica matemáticamente mediante la función sigmoidea o curva sigmoidea en forma de "S", modelo densodependiente, que se caracteriza por un crecimiento inicial lento, para después acelerarse exponencialmente para finalizar en una meseta, que representa el tamaño poblacional máximo de la población. En el eje de ordenadas "Y" se representa la densidad específica en el espacio, y en el eje de abscisas "X", el tiempo.

**2) Del tipo de hábitat que ocupa (natural, seminatural, antropizado).** Muchas especies invasoras ocupan de manera simultánea los tres tipos de hábitats, y además generalmente la introducción se realiza primero en espacios antropizados de distinta índole, alcanzando la invasión posteriormente a aquellos más naturales. Por este motivo, no resulta adecuado considerar los diferentes tipos de hábitats como compartimentos estancos.

**3) Del tipo de daño provocado por la invasión:** ambientales, económicos o ambos. Los daños en espacios naturales son también económicos sin duda, pero su valoración suele postergarse o incluso tratar de que pase desapercibida.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES INVASORAS

Las especies invasoras están muchas veces relacionadas taxonómicamente, pero la base taxonómica suele estar ligada a características morfológicas y fisiológicas concretas, de manera que la utilización combinada de criterios taxonómicos y morfologistas (utilizados precisamente para establecer la taxonomía) resulta ser un tema complejo, porque no pueden ser considerados como independientes en un análisis. Aunque se ha dedicado bastante esfuerzo por parte de la comunidad científica, el tema solo está parcialmente resuelto. No se ha conseguido definir con precisión las características que indicarían qué especies van a resultar invasoras. Así, por lo general, por un lado se conocen familias y géneros que poseen numerosas especies invasoras, y por otro lado se han podido determinar algunas de las características fundamentales que determinan el proceso de invasión.

En la región mediterránea, y en concreto en España, las plantas invasoras pertenecen frecuentemente a las familias *Poaceae*, *Asteraceae*, *Amaranthaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*, *Cyperaceae* y *Brassicaceae*, siendo esta una relación no exhaustiva. Como características principales de las especies vegetales invasoras consideramos las siguientes, simplificando la relación de atributos propuesto por Sanz-Elorza *et al.* (2004):

- 1) Mecanismos eficaces de dispersión. P.e., vilanos para la diseminación anemocora (fig.3).
- 2) Estrategias dobles de reproducción, que combinan la sexual y la asexual.
- 3) Valencia ecológica alta, con amplia capacidad adaptativa.

Fig.1.- *Opuntia dillenii* (Cactaceae) invadiendo un área importante en la Punta de Teno (Tenerife) y compitiendo directamente con la endémica *Euphorbia canariensis*





Fig.2.- *Pennisetum setaceum* (Poaceae), especie que ha invadido amplias áreas en la isla de Tenerife en tan solo unas pocas décadas y que resulta de difícil control

- 4) Ausencia de enemigos naturales en el área de recepción.
- 5) Afinidad climática entre origen y área de invasión.
- 6) En zonas áridas o cálidas, metabolismos tipo CAM o bien C-4.

#### VÍAS DE ENTRADA Y EFECTOS DE LAS INVASIONES BIOLÓGICAS

En los últimos años, las vías de entrada son cada vez más amplias y polimorfas, y el número de especies introducidas aumenta sin cesar como consecuencia del incremento del tráfico planetario, tanto para las especies exóticas utilizadas en jardinería como para el punto de vista turístico y de intercambio de mercancías. Anteriormente, la vía de introducción más frecuente para las especies exóticas era la agricultura, mientras que en la actualidad este puesto es ocupado por la jardinería, debido al importante peso que ha tomado esta actividad y al hecho de que se eligen especies capaces de adaptarse al medio de uso. Es decir, en el fondo se realiza de forma previa a su importación una selección previa para su capacidad de supervivencia, lo que finalmente puede acarrear consecuencias negativas además de las positivas.

Incluso actividades deportivas, turísticas y científicas, así como los procesos migratorios, pueden actuar como vectores de diseminación de las diásporas de especies alóctonas potencialmente invasoras. P.e., la presencia de ejemplares aislados de *Crepis bursifolia*, invasora endémica de origen italiano, en las proximidades de una laguna salina del oriente de la provincia de Toledo (La Sagra) resulta sorprendente:

La especie invade céspedes de la Ciudad Universitaria de Madrid y también espacios ruderales en La Casa de Campo de dicha ciudad. ¿Cabe sospechar que el suelo transportado involuntariamente en zapatos de los visitantes pudo ser la vía de entrada de las diásporas de esta especie? Ello nos ejemplifica la dificultad existente para el control de las invasiones, en cuanto al incremento del área de invasión. Lo que también se ha evidenciado en otros casos, p.e., el mejillón cebrá en el tramo medio del río Ebro.

Es imprescindible que las actividades de jardinería y el comercio de mascotas posean una rigurosa reglamentación para poder reducir esta cascada de introducciones. Unido por supuesto a la concienciación de los ciudadanos sobre el abandono de especies exóticas y el vertido de residuos de plantas en la naturaleza.

#### POSIBILIDADES DE CONTROL DE LAS ESPECIES INVASORAS

En realidad, la posibilidad de control y eventualmente de erradicación de las invasiones biológicas es muy amplia, pero solamente útil en el inicio del proceso invasivo. Ya superado un determinado umbral, diferente para cada especie, las posibilidades de éxito disminuyen radicalmente, mientras se incrementa de manera exponencial el coste de la actuación.

Cuando la invasión está ampliamente establecida sobre un área grande son muy limitadas las posibilidades de control y prácticamente nulas las de erradicación: en estos casos lo más adecuado es limitar la actuación a áreas espe-



Fig. 3.- *Ageratina adenophora* (Asteraceae), especie invasora con dispersión anemocora por vilanos, lo que le proporciona una gran eficacia en la dispersión de sus diásporas

ciales, concretas y limitadas en su superficie, como pueden ser áreas protegidas de alto valor de conservación. Hablar de erradicación es algo que se encuentra normalmente fuera de nuestro alcance, por eso es preferible hablar de control.

En consecuencia, la mejor práctica se basa en la prevención de la invasión, impidiendo la entrada al territorio de las especies potencialmente peligrosas. Y si esta ya se ha producido, la actuación temprana. Actualmente existen mecanismos legales para ello tanto a nivel de la UE como nacional, y es conveniente su continua mejora. Pero además es preciso ponerlos en práctica. También conviene tener en cuenta que frecuentemente los ecosistemas naturales, incluyendo las áreas protegidas, suelen contaminarse a partir de zonas humanizadas y de actuaciones antrópicas.

#### METODOLOGÍA DE CONTROL DE INVASIONES BIOLÓGICAS

La eficacia de los distintos métodos aumenta cuando se aplica de manera temprana y la invasión no está plenamente establecida. Cuando por el contrario esta se extiende sobre grandes superficies, resulta más eficaz limitar las acciones sobre áreas concretas aisladas y no sobre la totalidad. Evidentemente, esto obliga a mantener barreras de protección sobre el área recuperada. Los métodos son los siguientes: 1) Prevención. 2) Mecánicos. 3) Químicos. 4) Restauración ambiental. 5) Biocidas. 6) Mixtos. Hay que tener siempre en cuenta que cualquier método utilizado obliga a cumplir de forma ineludible con la legislación sobre higiene y seguridad en el trabajo.

#### Prevención

##### Algunas ideas para su aplicación:

- Impedir la entrada de especies peligrosas de convertirse en invasoras. Existen diferentes listas en la bibliografía y disposiciones legales.
- Limitar aquellas con un potencial medio de invasión.
- Como alternativa: Utilización de especies autóctonas en jardinería
- Potenciar la educación en la ciudadanía sobre la gravedad del fenómeno de las invasiones biológicas, sobre todo en edades tempranas biológicas.
- Potenciar el voluntariado para el control de las invasiones biológicas. Se ha revelado, sorprendentemente, como uno de los métodos más eficaces. Un caso concreto es la actuación de jóvenes en el control del caracol lobo (*Euglandina rosea* Ferussac, 1821), ([http://www.molluscs.it/gastropoda/terrestrial.html?gastropoda/terrestrial\\_euglandina.html](http://www.molluscs.it/gastropoda/terrestrial.html?gastropoda/terrestrial_euglandina.html)) mediante recolección manual. Esta especie es originaria de América del Sur y Central y sureste de los EE. UU. y fue introducida en islas tropicales del Océano Pacífico (Hawai, Marianas y Polinesia) para controlar al caracol gigante africano (*Achatina falica* Bowdich, 1822). Sin embargo se ha convertido en un grave problema porque prefiere elegir sus presas entre los caracoles autóctonos, que consume íntegros, incluida la concha, habiéndose citado hasta la fecha la extinción de tres especies.
- Crear Observatorios de Invasiones Biológicas, con tres funciones: 1) Detección de nuevas especies naturaliza-



Fig. 4.- Ataque fúngico natural sobre cladodios de *Opuntia dillenii* (Cactaceae) en Punta de Teno (Tenerife). Esta cactácea produce graves invasiones en áreas costeras y su control sería muy importante.

das, 2) Mantenimiento de bases de datos actualizadas y activas, interrelacionadas por conexión en red para cubrir todo el territorio nacional, y 3) Capacidad para intervenir en la erradicación temprana mediante cuadrillas de actuación. No todo debería ser sufragado por las arcas del Estado, pues una parte (las de base) podrían apoyarse en Asociaciones y Fundaciones, con carácter voluntario, y otra general -el Banco de Datos Centralizado-, con financiación pública.

- Potenciar la actuación rápida y documentada, con un conocimiento exhaustivo de la distribución de las especies a controlar, metodología particularizada para cada una de ellas y la generación de un Proyecto de Actuación concreto, detallado y eficaz.

#### Métodos mecánicos

Son aquellos basados en la eliminación directa de las plantas invasoras por recogida directa, seguida de su posterior transporte fuera del área y destrucción inmediata.

Es fundamental la adecuación de la metodología concreta a aplicar en relación con la autoecología de la especie invasora y el desarrollo de nuevos métodos adaptados al problema concreto. La utilización de criterios concretos, adecuados e innovadores será en muchas ocasiones la diferencia entre el éxito y el fracaso. La eliminación debe realizarse de forma previa a la época reproductiva. Cualquier retraso que por cualquier causa (económica, disponibilidad de personal o de medios, climatológica, etc.) que hiciere coincidir ambos sucesos sería causa suficiente para retrasar las tareas de control.

Algunos métodos básicos se indican a continuación:

- 1. Manual.-** Cuadrillas de operarios y tractores remolque o camiones de recogida y transporte a vertedero de destrucción inmediata.
- 2. Uso de maquinaria.-** Maquinaria ligera y pesada para eliminación de las plantas invasoras. Pueden ser muy variadas en cuanto al tipo de aperos y medios tractores, como bulldozeros, destocadoras, tractores provistos con gradas, palas mecánicas, camiones pesados, etc. en función del proyecto de control redactado. La retirada del material es un punto clave sobre todo cuando la extracción de biomasa es elevada. El transporte debe realizarse de forma inmediata, en el mismo día de eliminación, trasladándose al vertedero de destrucción. Tanto este método como el anterior son adaptables para la eliminación de invasiones en medios acuáticos, como segadoras acuáticas instaladas sobre barcas de ejecución, recogida y transporte. El uso de maquinaria en cualquier ámbito obliga a cumplir con la legislación sobre higiene y seguridad en el trabajo.
- 3. Cubiertas sombreadoras.-** Acolchado, mediante cubiertas de diversa índole, como películas de polietileno negro, cubiertas de paja, etc., que impidan la realización de la actividad fotosintética o la limiten, por parte de las invasoras. Puede ser adecuado para zonas limitadas de terreno, evitando cubrir especies autóctonas.

#### Métodos químicos (herbicidas)

Los problemas de los herbicidas son básicamente la relativa especificidad que poseen gran parte de ellos y la contami-

nación de aguas y suelos que pueden provocar, especialmente dañina en ecosistemas naturales de alto valor ecológico.

Cuando el control de la invasión vegetal se lleva a cabo en la actividad agrícola no existe la misma problemática para el uso de herbicidas. Su desarrollo ha sido dirigido en la mayoría de los casos hacia esas condiciones de trabajo, y existe una precisa normativa legal de uso que debe cumplirse escrupulosamente para evitar la contaminación. En la agricultura, los herbicidas están autorizados para su uso en cultivos determinados. Pueden aplicarse en diferentes momentos fenológicos tanto del cultivo como de la invasión a controlar. Existe una serie de herbicidas obtenidos para su utilización en cultivos determinados y también utilizables en grandes grupos taxonómicos, como dicotiledóneas y monocotiledóneas.

Su utilización se complica enormemente cuando se pretende aplicar en invasiones vegetales en ambiente naturales, ya que en este ámbito de aplicación coexisten una gran variedad de especies, muy diferentes desde el punto de vista taxonómico, con una variada sensibilidad a las distintas materias activas fitotóxicas. Además, una parte de la flora puede ser de alto valor de conservación, siendo necesarios permisos previos específicos previos a cualquier actuación cuando se trate de espacios con cualquier tipo de protección. Por estos motivos, en el ámbito natural muchas veces el tratamiento queda limitado a situaciones muy controladas, como el caso de árboles, arbustos y grandes matas previa corta y aplicación directa del herbicida (brocha o botella con aplicador), dentro del ámbito de usos autorizado y evitando la contaminación sobre el espacio circundante, en concreto especies autóctonas, suelo y agua.

En muchas ocasiones la utilización se hace solo de forma dirigida sobre la especie invasora que pretende controlar. Esto resulta más sencillo sobre árboles. Se pueden utilizar distintas técnicas, pero la más efectiva es la aplicación de herbicidas a alta concentración sobre los tocones.

### **Biocidas**

En los métodos biológicos para el control de las invasiones vegetales se utilizan enemigos naturales de la especie invasora a controlar. El principal problema consiste en la dificultad para encontrar biocidas lo suficientemente específicos para el huésped elegido, lo que impide que su utilización indiscriminada pueda generar riesgos al atacar no solo la invasión sino también a otras especies diferentes. Previamente al diseño y ejecución de cualquier actuación utilizando biocidas es preciso conocer si se encuentran autorizados y los permisos previos a obtener.

Por otro lado, resulta sumamente difícil encontrar los agentes biocidas autóctonos, de manera que se corre el riesgo de que una nueva introducción se convierta en un problema añadido al que se pretende resolver. Sin embargo, consideramos que esta es una de las líneas de investigación en las que se debería avanzar (fig. 4). En cualquier caso, siempre es interesante disponer de un segundo depredador que en caso de una excesiva expansión del biocida pueda ser utilizado en su control.

Existen muchos ejemplos de introducción de biocidas que introducidos con la pretensión de controlar un problema han llegado a generar otros mayores. Por citar un caso concreto, la introducción del pez de pequeño tamaño *Gambusia holbrooki* en España. Se llevó a cabo en un arroyo de Navalmoral de la Mata (Cáceres) en 1921, con objeto de controlar las larvas del mosquito del paludismo. No solo no lograron re-

solver el problema, sino que el pececillo se convirtió en un nuevo problema, invadiendo gran variedad de ambientes de aguas dulces peninsulares, depredando la freza y alevines de otras especies y alterando las comunidades acuáticas. Actualmente, este pequeño pez originario del sur de EE. UU. se encuentra invadiendo gran cantidad de países de todos los continentes, salvo el Antártico, incluso estanques del Parque García Sanabria en Santa Cruz de Tenerife.

Sin embargo, también existen casos ciados con éxito de la utilización de biocidas. Así, en Australia se empleó en 1925 el lepidóptero *Cactoblastis cactorum*, originario de Méjico, para en el control de *Opuntia ficus-indica*, sobre un territorio de gran extensión, de unos 260.000 km<sup>2</sup>. Todos los intentos de control mecánicos y químicos (herbicidas) previos no tuvieron éxito, y fue precisamente con un biocida con el que llegaron a controlar la invasión.

En resumen, se trata de una alternativa que puede tener éxito, y que en ese caso puede ser sumamente eficaz y económica, pero que debería ser utilizada dentro del "Principio de Prudencia", solo después de estudios detallados y como solución después de considerar otros métodos posibles.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- DANA, E.D., SOBRINO-VESPERINAS, E. & SANZ-ELORZA, M. 2006. Plantas invasoras en España: un nuevo problema en las estrategias de conservación. Bañares, A., Blanca, G. Güemes, J., Moreno, J.C. & Ortiz, S. (eds.) Atlas y Libro Rojo de la flora vascular amenazada en España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid. España.
- DRAKE, J.A. MOONEY, H.A. DI CASTRI, F., GROVES, R.H. KRUGER, F.J., REJMÁNEK, M., WILLIAMSON, M. (eds.) 1989. *Biological Invasions, a global perspective*. John Wiley and Sons, Chichester. Reino Unido.
- DEVINE, R.1998. *Alien invasions*. Nat Geog. Soc., Washington. Estados Unidos.
- LONSDALE, W.M.1997. Global patterns of plant invasions and their concept of invasibility. *Ecology* 80: 1522-1536.
- KOWARICK, I. 1995. Time lags in biological invasions with regards to the success and failure of alien species. In: Pysek, P., K. Prach, M. Rejmánek & M. Wade (eds.) *Plants Invasions- General Aspects and special Problems*, pp. 15-38. SPB Academic Publishing. Amsterdam. Holanda.
- MACK, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F.A. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecol. Appl.* 10(3): 689-710.
- PYKE, G. 2008. Plague minnow or mosquito fish. A review of biology and impacts of introduced *Gambusia* species. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematic* 39: 171-191.
- RICHARDSON D.M., PYSEK K., REJMÁNEK, M., BARBOUR, M.G., PANETTA, F.D. & WEST, C.J. (2000) Naturalization and invasions of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distribution* 6: 93- 107.
- SANZ-ELORZA, M., DANA, E.D., & SOBRINO-VESPERINAS, E. 2004. Atlas de las Plantas alóctonas Invasoras en España. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. España.
- UICN. 2000. *UICN guidelines for the Prevention of biodiversity Loss caused by alien Invasive Species*. <http://iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/invasivesEng.htm>. **F**