

Capítulo II

El Atlas de Plantas Invasoras de España



Asclepias curassavica (MA 643037), Nerja (Málaga). Hábito y flor.

Introducción

La introducción de seres vivos fuera de su área de distribución natural supone, tras la destrucción de los hábitats, el segundo problema ambiental por orden de magnitud que afecta a la Biosfera a escala global (DRAKE *et al.*, 1989; GASTON, 1994; LONSDALE, 1997; DEVINE, 1998; MACK *et al.*, 2000; UICN, 2000). Entre sus impactos sobre el medio natural, se pueden destacar la pérdida de biodiversidad (Lodge, 1993), cambios y alteraciones en los ciclos biogeoquímicos (VITOUSEK, 1994) la homogeneización de los ecosistemas y comunidades (MYERS & BAZELY, 2003) e incluso la extinción de especies nativas (WILLIAMSON, 1996). Sobre éstas últimas, la introducción de seres vivos exóticos tiene un impacto negativo a través de fenómenos de competencia, depredación, contaminación genética, introducción de patógenos (ELTON, 1958; BUTTERFIELD *et al.*, 1997; MANCHESTER & BULLOCK, 2000), etc.

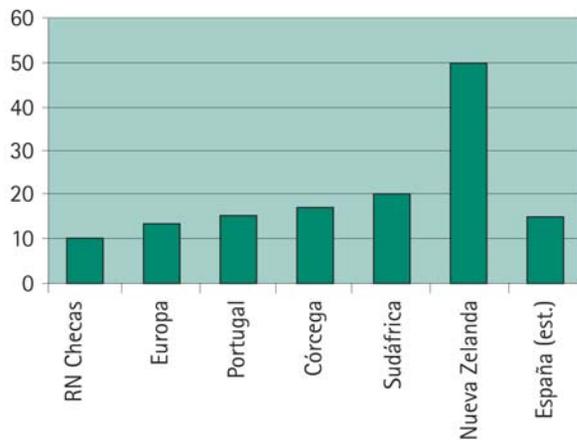
La introducción de especies exóticas actúa conjuntamente con otros factores de perturbación, como la polución y sus efectos derivados (por ejemplo, cambio climático), el exceso de extracción por parte del ser humano de los recursos de la Biosfera y el exceso de fragmentación del territorio por la acción antrópica. Además de la implicación del aumento de las comunicaciones, la introducción se ve favorecida por el incremento del número e importancia de las áreas degradadas, que se han ido generando por la alta presión poblacional que el Planeta soporta (más de 6.000 millones de habitantes). Este extremo ha sido puesto de manifiesto en zonas concretas. Tal es el caso de la zona costera de la provincia de Tarragona, donde SOBRINO *et al.* (2002) han demostrado la correlación significativa que existe entre el número de especies alóctonas de un territorio y la presión humana que soporta.

Las migraciones de plantas se generan por diferentes causas. Unas son derivadas de cambios climáticos, mientras que otras ocurren en un entorno relativamente estable como consecuencia de los propios mecanismos de diseminación de las especies (autocoria), de las migraciones naturales efectuadas por los animales en sus movimientos (zoo-coria), del viento (anemocoria) o de las corrientes de agua (hidrocoria). El hombre ha actuado a lo largo de su historia como elemento diseminador de primer orden de las especies vegetales (antropocoria), especialmente desde que ha emprendido viajes transoceánicos, trasladando plantas fuera de sus áreas naturales de distribución, bien activa o pasivamente (DI CASTRI *et al.*, 1990). Sin embargo, hasta hace unas pocas décadas esta capacidad de diseminación estuvo limitada. La influencia humana en la diseminación de especies es muy fuerte porque puede romper barreras insalvables para otros vectores, como océanos, grandes distancias terrestres, cordilleras, etc. Además, al propio trans-

porte de las diásporas, hay que añadir la posibilidad humana de alterar profundamente el medio. Especialmente en las últimas décadas, la exagerada actividad humana y la aplicación de su tecnología están generando una degradación global de los ecosistemas naturales, lo que unido a la facilidad, rapidez y frecuencia con que se está produciendo el transporte de mercancías y personas, y de manera global, la mundialización de la Economía, está amenazando con homogeneizar la Biosfera de manera irreversible. Esto puede analizarse dentro de un contexto energético, ya que la homogeneización genera un incremento de la entropía (medida del grado de desorden) y en consecuencia la pérdida de entalpía libre de los ecosistemas, lo que puede interpretarse como la degradación de los mismos en la medida que disminuye la producción de trabajo útil (SOBRINO *et al.*, 1999). Además de poner en peligro determinadas especies y hábitats, el fenómeno puede tener importantes consecuencias económicas inmediatas, ya que muchas de las plantas alóctonas muestran aptitud para la invasión de espacios alterados, entre los que se encuentran los cultivos agrícolas, los pastos, los jardines, las vías de comunicación, la red hidrográfica natural o construida, etc.

En algunas áreas de Mundo, el porcentaje de plantas introducidas alcanza tintes dramáticos. Por ejemplo, en Nueva Zelanda se estima en torno al 50 % de la flora (HEYWOOD, 1989). En el ámbito mediterráneo, aunque este porcentaje es menos escandaloso, es también muy elevado, sobre todo en ambientes costeros e insulares. Así, para la isla de Córcega se ha calculado que el 17 % de la flora es introducida (NATALI & JEANMONOD, 1996), elevándose el porcentaje hasta el 20 % en la comarca del Baix Camp en Tarragona (SANZ-ELORZA & SOBRINO, 2002). Dentro de Europa, en una región de pequeña superficie como Flandes se han introducido más de 1.500 especies de plantas fanerógamas, excluidos arqueófitos (VERLOOVE, 2002). En la figura 1 se muestran los porcentajes de especies introducidas en varias zonas de Mundo, concretamente la República Checa (PYSEK *et al.*, 2002), Europa (TUTIN *et al.*, 1964-1980), Portugal (ALMEIDA, 1999), Córcega (NATALI & JEANMONOD, *l.c.*), Sudáfrica (WELLS, 1991), Nueva Zelanda (HEYWOOD, *l.c.*) y España (VILÀ *et al.*, 2001). En Cataluña, CONESA & RECASENS (1987), estudiando solamente la flora ruderal de procedencia americana, sitúan estas alóctonas en un 3 % de la flora de la región. Las especies invasoras encuentra facilitada su introducción en comunidades perturbadas por la acción humana. En ocasiones, la aparición de espacios bióticos vacíos induce el asentamiento de una nueva flora, que puede colonizar el nuevo área sin que exista competencia.

Figura 1. Porcentaje de las especies alóctonas en el total de la flora de diversas partes del Mundo.



Se calcula que millares de especies alóctonas se introducen regularmente en la región mediterránea (JAUZEIN, 1998), existiendo actualmente un interés creciente en el estudio de la capacidad de invasión de estas especies y su impacto en la biodiversidad de las comunidades vegetales (LAVOREL *et al.*, 1998). La procedencia americana de las alóctonas en el ámbito mediterráneo, y dentro de éstas las de origen neotropical en aquellas zonas costeras e insulares de clima más benigno es un hecho frecuente y característico (JAUZEIN, *l.c.*; RECASENS & CONESA, 1998), favorecido por el calentamiento global que afecta al conjunto de la Tierra (SOBRINO *et al.*, 2001).



Foto 1. Invasión de alóctonas (*Ricinus communis*, *Ipomoea acuminata*, *Lantana camara*, *Acacia saligna*, etc.) en Nerja (Málaga). En las zonas costeras e insulares mediterráneas hay un predominio de las alóctonas de origen neotropical, favorecido por el calentamiento global de la Tierra. Autor: M. Sanz Elorza.

Estas especies son, en muchos casos, oportunistas que aprovechan los espacios vacíos para colonizarlos: zonas afectadas por el fuego, como es el caso de la sudáfrica *Senecio inaequidens* (LÓPEZ & MAILLET,

1998), zonas sometidas al abandono de tierras, zonas húmedas y ribereñas en las que vegetación natural ha sido destruida (vertidos, ocupación del dominio público hidráulico, extracción de áridos, obras de encauzamiento y/o dragado, etc.), rastrojos y barbechos posteriores al cultivo (PRIEUR & LAVOREL, 1998).



Foto 2. Riera de la Mare de Deu del Camí, Cambrils (Tarragona). La destrucción de la vegetación natural en las zonas húmedas y riparias favorece la entrada y expansión de especies exóticas. Autor: M. Sanz Elorza.

Sobre la base de la importancia y el peso específico que están tomando las especies alóctonas, y las invasiones biológicas en general, en el Mundo y en nuestro entorno geográfico, se plantea este trabajo con el objeto de catalogar de manera sistemática las especies invasoras introducidas en España y analizar el grado de amenaza que suponen para la conservación de la biodiversidad y para la actividad humana (agricultura, ganadería, aprovechamientos hidráulicos, comunicaciones, etc.).



Foto 3. El problema de la introducción de especies alóctonas apenas se ha tomado en consideración en España hasta ahora. La situación contrasta con el nivel de concienciación alcanzado en la mayor parte de los países de nuestro entorno geográfico y cultural. Placa alusiva al peligro de las invasiones de plantas exóticas colocada en el Jardín Botánico de Ginebra. Autor: M. Sanz Elorza.

M. Sanz Elorza

Terminología

El estudio de las migraciones antropogénicas de plantas comenzó con las investigaciones realizadas en especies cultivadas y en aquellas que en un proceso de domesticación inversa se volvían salvajes. La obra de WILLDENOW (1792), ampliamente leída a lo largo de numerosas ediciones y notablemente influyente en los biogeógrafos posteriores, puede considerarse fundacional para esta rama de la Ecología Vegetal. En particular, con el capítulo sobre la Historia de las plantas, arranca el estudio científico de la ecología de las especies vegetales alóctonas.

El concepto de sinatropización (FALINSKI, 1966; 1986) se refiere al conjunto de los cambios producidos por la acción del hombre sobre la flora, la vegetación, las comunidades y los biotopos. La esencia de la sinantropización (SUKOPP, 1998) es el proceso de transformación de la vegetación, de la fauna y de los hábitats bajo la influencia humana, basado en el principio de sustitución. En su curso, lo endémico va siendo sustituido por los cosmopolita y lo autóctono por lo alóctono, tendiéndose hacia la homogeneización a nivel global al aumentar los neófitos en los espectros corológicos de las biocenosis, reduciéndose la biodiversidad cuanto más parecidos son estos espectros a nivel geográfico o espacial (KOWARIK & SCHEPKER, 1998).

Las relaciones entre el hombre y las plantas comenzaron a considerarse con la importancia debida en Geobotánica a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Son numerosas las especies vegetales introducidas en ciertas regiones a causa de la acción, directa o indirecta, del hombre (hemerócoras o antropócoras). En algunos países europeos, como ya hemos visto, alcanzan valores superiores al 15 % (SUKOPP, *l.c.*). La mayor parte de los estudios realizados con relación al xenofitismo se han centrado en el momento o época de la introducción de los táxones y en el grado de naturalización de los mismos. Con respecto a aquél, los xenófitos se dividen, por un lado, en arqueófitos cuando fueron introducidos en una región no coincidente con su área nativa de distribución natural desde el Neolítico hasta el final del siglo XV (descubrimiento de América), y por otro en neófitos cuando su transgresión biogeográfica es posterior al año 1500 d.C. El grado de naturalización, entendido como el diferente nivel de integración de las especies alóctonas dentro de la vegetación local es otro importante criterio de clasificación de las hemerócoras. Normalmente se distinguen cuatro grupos. El primero, los ergasiofigófitos, corresponde a las especies cultivadas, las cuales son incapaces de sobrevivir sin la ayuda del hombre y en consecuencia no se encuentran naturalizadas plenamente, pudiendo aparecer ocasionalmente escapadas. Los efemerófitos constituyen el segundo grupo, formado por especies cultivadas o no, cuya supervivencia en el nuevo territorio acaba no siendo viable al cabo de

cierto tiempo debido a la incapacidad para producir semillas o diásporas, para soportar las nuevas condiciones, para perdurar en poblaciones de pequeño tamaño (deriva genética) o bien por la existencia de enemigos naturales. Estas dos categorías no son excluyentes, aunque parecen ser prácticamente coincidentes. Cualquier ergasiofigófito es un efemerófito, mientras que un efemerófito puede no ser un ergasiofigófito. Solamente las especies de los grupos tercero y cuarto, que describiremos a continuación, se encuentran plenamente naturalizadas: “una especie se encuentra naturalizada si no existía en un determinado lugar antes de los tiempos históricos, pero lo ha alcanzado gracias a la acción humana involuntaria o intencionada y ahora exhibe todos los atributos propios de las especies silvestres autóctonas, como son crecer y multiplicarse por mecanismos naturales (semillas, tubérculos, bulbos, etc.) sin la ayuda directa del hombre, aparecer con mayor o menor frecuencia y regularidad en las estaciones que le son adecuadas y mantenerse allí por sí misma” (THELLUNG, 1912). El tercer grupo, llamado epecófitos, incluye casi todas las malas hierbas alóctonas de los cultivos agrícolas, bastantes de ellas también arqueófitos. El cuarto grupo, los agriófitos, menos numeroso en general, se refiere a las especies integradas en comunidades vegetales naturales. El término agriófito fue introducido por KAMYCHEV (1959) para designar las plantas que primero alcanzan un área determinada como consecuencia de la actividad humana y más adelante llegan a convertirse en un elemento permanente de la vegetación natural, no dependiendo ya su existencia de la acción humana. Este concepto coincide, en parte, con la definición de especie naturalizada de Thellung.

Los conceptos y términos empleados por THELLUNG (1912; 1918/1919) han ejercido una fuerte influencia en los botánicos y ecólogos centroeuropeos que han estudiado el fenómeno del xenofitismo durante el siglo XX. Este autor fue el primero en asentar las definiciones exactas de los términos acordando las que deben prevalecer. Definió, entre otros nativa, introducida, alóctona, adventicia, etc. en francés, alemán e inglés, creando una terminología científica de raíz griega, abriendo para la ciencia el campo de la investigación dedicado a las plantas alóctonas (SCHEUERMANN, 1948). Combinó las Ciencias Naturales y la Historia de la Cultura en una doctrina propia (Paradigma de Thellung), más tarde criticado por ciertos científicos puristas. La terminología propuesta por Thellung todavía se ha venido utilizando, aunque con desigual grado de adhesión, y en casi todos los casos, las ulteriores propuestas conceptuales se han ido apoyando en su sistema.

Desde el siglo XIX, han sido numerosos los sistemas de clasificación de las especies vegetales alóctonas o xenófitas propuestos por los botánicos europeos

(DE CANDOLLE, 1855; ASCHERSON, 1864; RIKLI, 1903; THELLUNG, 1912; 1918/1919; HOLUB & JIRÁSEK, 1967; FALINSKI, 1968; HOLUB, 1971; PONERT, 1977; KORNAS, 1978; 1990; PYSEK, 1995). La mayoría se ha basado en los criterios apuntados, es decir, el momento de introducción de la especie en el nuevo territorio, los mecanismos de introducción (intencionada o involuntaria) y el grado de naturalización alcanzado. Algunos de estos sistemas, bastante farragosos, han dado lugar a una extensa y compleja nomenclatura, lo que probablemente ha limitado la extensión de uso y aceptación. De hecho, estos sistemas nomenclaturales se han restringido prácticamente a Centroeuropa, habiéndose rehuido en los países del ámbito anglosajón, donde el xenofitismo se está estudiando de manera prioritaria (PYSEK *et al.*, 1998). En el caso concreto de nuestro país, su uso resulta todavía minoritario, como lo son los estudios sobre las especies alóctonas e invasoras, pese a que recientemente se está tratando de divulgar entre la comunidad científica (SANZ-ELORZA *et al.*, 2001b).

A continuación incluimos, de manera esquemática, la clasificación propuesta por KORNAS (1990), por ser la más universal hoy en día y también la que hemos empleado en este trabajo.

Clasificación de las Plantas Sinantrópicas

Plantas sinantrópicas: plantas ligadas a la acción voluntaria o involuntaria del hombre, que generalmente tienden a modificar su área de distribución natural por extensión.

– **Antropophyta** (antropófitos): especies sinantrópicas de origen exótico, voluntaria o involuntariamente introducidas por el hombre (alóctonas, aliens).

Metaphyta (metáfitos): especies establecidas permanentemente.

Archaeophyta (arqueófitos): plantas introducidas antes del año 1500 d.C.



Foto 4. Invasión de la Riera del Regueral (Cambrils, Tarragona) por *Parkinsonia aculeata* e *Ipomoea acuminata*. Autor: M. Sanz Elorza.

- Arqueófitos adventicios: introducidos.
- Arqueófitos antropógenos: creados por el hombre.
- Arqueófitos resistentes: sobrevivientes sólo en ambientes artificiales.

Kenophyta (neófitos sensu MEUSEL, 1943): introducidos después del año 1500 d.C.

- **Epecophyta** (epecófitos): establecidos sólo en ambientes ruderales o arvenses.
- **Agriophyta** (agriófitos): establecidos en ambientes naturales y seminaturales.

- **Hemiagriophyta** (hemiagriófitos): establecidos en comunidades seminaturales.
- **Holoagriophyta** (holoagriófitos): establecidos en comunidades naturales (neophyta sensu THELLUNG, 1912).

Diaphyta (diáfitos): especies establecidas de forma temporal o no permanente.

- **Ephemerophyta** (efemerófitos): especies cultivadas o no introducidas de forma temporal.
- **Ergasiophytophyta** (ergasiofigófitos): especie escapadas de cultivo.

– **Apophyta** (apófitos): especies sinantrópicas nativas.

Eu-apophyta (apófitos verdaderos): establecidos de manera permanente en ambientes artificiales.

Apophyta ephemera (apófitos efímeros): introducidos temporalmente, desapareciendo con el tiempo.

Oekiophyta (equiófitos): escapados de cultivo.



Foto 5. Invasión de los cascajos del río Cinca (Castejón del Puente, Huesca) por *Lippia filiformis*. Los ambientes riparios presentan una alta capacidad de acogida de especies alóctonas, sobre todo si la vegetación original se encuentra degradada o destruida. Autor: M. Sanz Elorza.

Ecología de las Invasiones de Plantas Alóctonas

Concepto de planta alóctona invasora

En Ecología, existe una cierta confusión a la hora de definir y diferenciar los términos naturalizado e invasor. En general, para que una especie se considere invasora, aparte de poseer y manifestar capacidad para la autopropagación de modo autosuficiente, tiene que provocar algún tipo de alteración en el ecosistema o en la comunidad. Así CRONK & FULLER (1995) definen la planta alóctona invasora como aquella que se reproduce y expande de manera natural, sin la ayuda directa del hombre, en ambientes naturales o seminaturales y que produce algún cambio significativo o alguna perturbación en lo que se refiere a la composición, estructura o funcionamiento del ecosistema. Según esta definición, no habría que considerar especies invasoras aquellas que habitan en ambientes creados por el hombre o sometidos a su influencia de manera intensa. Por tanto, quedarían fuera de tal consideración los epifitos *sensu* KORNAS, donde se incluyen las malas hierbas agrícolas de procedencia exótica y las especies ruderales. Más modernamente, RICHARDSON *et al.* (2001) revisan el concepto de planta alóctona invasora, proponiendo una definición que a su vez lo relaciona con los de especie introducida y especie naturalizada. Según estos autores, una especie introducida es aquella que ha sido transportada por el ser humano superando barreras biogeográficas que de forma natural resultaban infranqueables. La naturalización sería el proceso inmediatamente posterior, que en caso de producirse comenzaría cuando la especie introducida es capaz de superar barreras bióticas (meiosis, polinización, fecundación, embriogénesis, producción de diásporas vegetativas, supervivencia a depredadores, etc.) y abióticas (adaptación a las nuevas condiciones climáticas, edáficas, etc.) pudiendo reproducirse de manera regular. Para que pueda hablarse de especie invasora, se requiere que la especie naturalizada sea capaz de producir nuevas poblaciones reproductoras alejadas de la inicial, tanto en el espacio (más de 100 m) como en el tiempo (menos de 50 años para táxones que se reproducen por semilla y más de 6 m cada tres años para aquellos otros que lo hacen por vía vegetativa), con independencia del grado de alteración del medio. Por lo tanto, el carácter invasor de una especie queda desligado de las alteraciones ambientales que pueda producir o de los daños económicos que pueda ocasionar. Para estos casos, es más recomendable utilizar otros términos más específicos, como “malas hierbas”, “malezas” o “transformadoras del medio”.

Atributos de las plantas alóctonas invasoras

Diversos autores (BAKER, 1986; GROVES, 1986; RAMAKRISHNAN, 1991) han apuntado la existencia de ciertos atributos o caracteres asociados al carácter

invasor de las especies. No obstante, estos factores actúan en combinación con otros del hábitat, y de su interacción se desencadenará o no la invasión. Entre estos atributos podemos citar:

1. La existencia de mecanismos de dispersión de las diásporas tanto a corta como a larga distancia.
2. La explotación de estrategias reproductoras alternativas a la anfigamia (reproducción vegetativa, apomixia), sobre todo si se combinan la reproducción sexual con la asexual (PYSEK *et al.*, 2001).
3. La producción de sustancias con efecto alelopático sobre la flora acompañante.
4. Semillas longevas, con capacidad para formar bancos persistentes en el suelo.
5. Alta valencia ecológica, con capacidad para habitar en un amplio rango de condiciones ambientales.
6. Rutas metabólicas alternativas (C-4, CAM) en el caso de invasoras de zonas áridas, muy cálidas o con alta tasa de iluminación.
7. Crecimiento rápido.
8. Escasez de enemigos naturales (parásitos, depredadores, etc.).
9. Rusticidad y capacidad para sobrevivir ante condiciones adversas, tanto naturales como debidas a perturbaciones de origen antrópico.
10. La existencia de afinidades climáticas entre la zona de origen de la especie y la región invadida.
11. El bajo contenido de ADN nuclear. El tamaño pequeño del genoma parece ser fruto de la selección natural hacia un periodo de generación mínimo, y por tanto asociado con la capacidad invasora en espacios bióticos vacíos (REJMÁNEK, 1995).

Atributos de los medios y ecosistemas invadidos

Del mismo modo que existen ciertos atributos relacionadas con la capacidad invasora de las especies, también las condiciones y circunstancias del biotopo hacen que éste sea más o menos susceptible a ser invadido. En este sentido, podemos destacar las siguientes características del medio que propician la entrada de especies alóctonas invasoras:

1. La destrucción de la vegetación natural original, por circunstancias naturales o más frecuentemente artificiales, de modo que se crean unos espacios bióticos vacíos que serán ocupados por aquellas especies mejor capacitadas para la colonización, no necesariamente autóctonas.
2. La fuerte presión demográfica, con la consiguiente urbanización del terreno y trasiego de

personas y mercancías que actúan como vectores de introducción de especies exóticas (jardinería, actividad comercial, etc.).

3. La existencia de un régimen de humedad en el suelo más favorable que en las zonas circundantes, lo que da lugar a la formación de “sanuarios” y “corredores” (MYERS & BAZELY, 2003) para la flora introducida no adaptada al régimen hídrico local.
4. La existencia de unas condiciones térmicas benignas, sobre todo en lo que se refiere a las temperaturas mínimas (ausencia o escasez de heladas), que favorecen la introducción de especies exóticas termófilas o de origen tropical, muchas de las cuales son altamente invasoras.
5. La proximidad al mar, debido a su efecto tampón sobre las temperaturas, hace que las zonas costeras sean más proclives a ser invadidas.
6. La insularidad de los territorios también parece hacerlos más susceptibles a la invasión (VITOUSEK, 1987). Ello se debe a varias razones. Por un lado la flora insular suele ser, por motivo de su lejanía a las fuentes de entrada de nuevas especies, más pobre en número de táxones que la de las zonas continentales de superficie similar. Ello da lugar a que estas especies hayan coevolucionado aisladas en unas condiciones de menor competencia (ELTON, 1958; LOOPE & MUELLER-DOMBOIS, 1989; SMITH, 1989), en las que resulta más difícil que dos especies compitan por el mismo nicho ecológico, y por

tanto las alóctonas encuentran en la flora nativa menos resistencia a la invasión. La evolución en situación de aislamiento merma la adquisición de adaptaciones a condiciones adversas variadas (depredadores, plagas, enfermedades, perturbaciones del medio, etc.) debido sencillamente a que en las islas la probabilidad y frecuencia de perturbaciones, excluidas las de origen antrópico, son menores (CRONK, C.B., 1986). Igualmente, debido a la pobreza de la fauna insular, es menor el número de animales que puedan depredar sobre las plantas alóctonas introducidas. También en las islas, las distancias son menores por lo que a veces con un número no muy alto de poblaciones de la especie invasora el alcance de la invasión ocupa la práctica totalidad de la isla, mientras que ese mismo número de poblaciones en una zona continental, daría lugar tan sólo a una invasión de carácter más o menos local. Para hacernos una idea, baste decir, a modo de ejemplo, que el porcentaje que supone la flora alóctona en Fuerteventura es del 27,6 % (KUNKEL, 1993), en Nueva Zelanda del 50 % (HEYWOOD, 1989), en Hawaii frente a 1.700 especies nativas se han introducido 4.600 de las cuales 100 son altamente invasoras (ST. JOHN, 1973), en las islas Columbretes, apenas sometidas a la influencia antropozoógena, del 4,3 % (CALDUCH, 1992), en Córcega del 17 % (NATALI & JEANMONOD, 1996), etc.



Foto 6. Invasión de *Carpobrotus acinaciformis* en el Parque Natural de Cerro Gordo (Almuñécar, Granada). Las playas y roquedos del litoral son ecosistemas, por lo general, muy alterados por la acción antrópica (turismo, urbanizaciones, etc.), con muy pocos enclaves donde se conserva su vegetación original en aceptable estado, e igualmente susceptibles de sufrir invasiones de plantas alóctonas. Autor: M. Sanz Elorza.



Foto 7. Invasión de *Lantana camara*, con biotipo lianoide, en Nerja (Málaga). La degradación del medio y la destrucción de la vegetación original crea espacios bióticos vacíos que son aprovechados por las especies alóctonas invasoras. Autor: M. Sanz Elorza.

Impacto y problemática de las Plantas Alóctonas Invasoras

La regla de los dieces (WILLIAMSON, 1996) dice que el 10 % de las especies introducidas llega a naturalizarse, y de estas, el 10 % a su vez, llegan a ser invasoras. La mayoría de las especies introducidas van a tener efectos ecológicos y económicos de escasa importancia. Sin embargo, aquellas que se naturalizan de manera efectiva, pueden provocar impactos con severas consecuencias desde el punto de vista ambiental y antropocéntrico. Veamos, resumidamente, cuales pueden ser estos impactos:

1. Las especies de plantas invasoras producen disrupciones en la dinámica y estructura de los ecosistemas, que han alcanzado una situación de equilibrio después de miles de años de evolución, debido al establecimiento de nuevas relaciones de competencia, predación, parasitismo, alelopatías, hibridación, etc.
2. En circunstancias determinadas y en ecosistemas muy frágiles (islas) pueden influir en la extinción de especies endémicas estenócoras cuando el invasor compite con ellas por el mismo nicho ecológico.



Foto 8. Invasión de la Playa de la Marquesa (Delta del Ebro, Tarragona) por *Xanthium strumarium* subsp. *italicum*. Autor: M. Sanz Elorza.

3. Algunas especies introducidas pueden ser vectores de plagas y enfermedades de especies nativas silvestres o bien cultivadas.
4. Numerosas especies invasoras, como mecanismos de defensa frente a los herbívoros, son tóxicas pudiendo causar daños a la ganadería (depreciación de los pastos).
5. Las más nocivas malas hierbas agrícolas, invasoras sobre todo de cultivos irrigados de fenología estival, son alóctonas.
6. Algunas especies alóctonas invaden vías terrestres de comunicación (carreteras, vías férreas, etc.) o bien cursos de agua, tanto naturales como construidos, dificultando el tránsito de vehículos, la navegación o la circulación del agua.
7. A escala mundial, la introducción de especies exóticas da lugar a la homogeneización de la Biosfera, de manera que las floras de las distintas partes del Planeta, si bien pueden ser más ricas en el número de especies, son mucho más parecidas entre sí y por tanto más pobres desde el punto de vista de la biodiversidad.



Foto 9. Invasión de alóctonas (*Ipomoea purpurea*, *Lantana camara*, *Ricinus communis*) en un barranco ruderalizado de Nerja (Málaga). Autor: M. Sanz Elorza.

Prevención y control de las Plantas Alóctonas Invasoras

Contra las plantas alóctonas invasoras, y en general contra los organismos exóticos invasores, se puede actuar a nivel preventivo y a nivel paliativo. Dentro del primer nivel se incluyen las políticas y medidas encaminadas a evitar la introducción de especies alóctonas invasoras. El segundo nivel se refiere a las actuaciones dirigidas a controlar y erradicar las invasiones una vez que se han producido.

Métodos preventivos

Dentro de las posibles medidas o actuaciones que pueden emprenderse para prevenir la introducción de especies alóctonas invasoras tenemos como más inmediata la educación ambiental. En este sentido, es prioritario informar a la población de los peligros y consecuencias que entraña la introducción de organismos exóticos en el medio natural. Deben, por tanto, emprenderse campañas de educación ambiental por parte de las Administraciones Públicas cuyo objetivo sea formar a la población en este aspecto de la conservación de la naturaleza, del mismo modo que se hace contra otros problemas ambientales como los incendios forestales, el reciclado de residuos, el buen uso del agua, etc.



Foto 10. Icod de los Vinos (Tenerife). Junto al ejemplar monumental de drago de esta localidad, se observa la proliferación de una jardinería en la que prevalece el empleo de especies exóticas tropicales. El desarrollo de una xerojardinería basada en la flora autóctona, que en el caso de Canarias atesora además un estimable valor ornamental, constituye una medida preventiva que debe ser fomentada. Autor: M. Sanz Elorza.

En el caso concreto de las especies vegetales, y a tenor de que una de las principales vías de introducción de plantas alóctonas en el medio natural es la jardinería, debe fomentarse entre los profesionales (ingenieros, viveristas, paisajistas, etc.) el empleo de especies autóctonas o bien de alóctonas que carezcan de un historial de invasiones en otras partes del Mundo. En las condiciones climáticas de España, debe priorizarse el desarrollo de una xerojardinería basada en las especies mediterráneas, bien adaptadas a la escasez temporal de agua.

También se incluyen dentro de las medidas preventivas la existencia de disposiciones legales que limiten y regulen el tráfico de seres vivos y la introducción de especies foráneas. En lo que respecta a nuestro país, poco concienciado en esta materia, las normas legales que nos afectan pueden tener distinto rango:

1. **Disposiciones y tratados internacionales a los que España se encuentra adherida.** El artículo 11.2 de la Convención de Berna dispone que cada país firmante debe controlar estrictamente la introducción de especies exóticas. La Convención de Bonn insta a los países firmantes a que controlen las especies introducidas que puedan afectar a ciertas especies migratorias incluidas en sus anexos I y II. En el año 1987, la UICN publicó una declaración en la que se abordaba, aunque sólo como compromiso y entre otras cosas, las introducciones de especies de animales y plantas.
2. **Legislación europea.** La Directiva Hábitats (Dir. 92/43 de 21.05.1992, art. 22b) obliga a los estados miembros a que aseguren que una especie exótica introducida no afecta a los hábitats, a la flora o la fauna silvestres. El Reglamento CE 338/97 de 09.12.1997, relativo a la protección de la fauna y de la flora silvestre mediante el control de su comercio, en su artículo 3.2.d prevé la inclusión en su anexo B de una relación de especies con respecto a las cuales se haya constatado que la introducción de especímenes vivos en el medio natural constituye una amenaza ecológica para la flora y/o fauna autóctonas de la Unión Europea. El Reglamento CE 2551/97 de 15.12.1997 establece la suspensión de la introducción en territorio de la Unión Europea de algunas especies de fauna y flora silvestres, aunque no indica nada con respecto al movimiento interno por los países miembros de ejemplares de estas especies. El Reglamento CE 2087/2001 de 24.10.2001 suspende la introducción en los países de la Unión Europea de especímenes de determinadas especies de flora y fauna silvestres.
3. **Legislación estatal.** La Ley 4/89 de 27.03.1989 establece la necesidad de evitar la introducción y la proliferación de especies no nativas. El Decreto de 08.09.1989, que desarrolla determinados aspectos de la anterior ley, en su artículo 5, establece que cualquier introducción, restablecimiento o repoblación de especies en ambientes naturales, deberá contar con la autorización de la Administración encargada del Medio Natural en cada Comunidad Autónoma. La Ley Orgánica 10/95 de 23.11.1995, del Código Penal, en su título XVI, capítulo IV, ar-

título 333 establece la penalización (prisión de seis meses a dos años o multa de ocho a veinticuatro meses) que recaerá a quien libere especies exóticas de flora o fauna.

4. **Legislación autonómica.** En lo que respecta a la normativa emanada de las comunidades autónomas se observa bastante heterogeneidad, tanto en la cantidad de disposiciones como en sus contenidos. La mayoría de ellas se refieren a especies animales con interés cinegético o piscícola. Así, algunas comunidades todavía carecen de normativa sobre introducción de especies exóticas (Andalucía, Castilla-León, Ceuta, Comunidad Valenciana), otras han aprobado recientemente alguna disposición donde se recoge algún aspecto más o menos relacionado con el tema (Aragón, Extremadura, Galicia) y finalmente otras recogen el problema en su normativa desde hace más de ocho años (Asturias, Cataluña, Canarias, Baleares, Madrid, País Vasco). A título de ejemplo, puede destacarse que el Gobierno del Principado de Asturias, en su decreto 153/2002, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el II Plan Rector de Uso y Gestión de la Reserva Natural Parcial de la Ría de Villaviciosa, en su apartado 4.1.2. prohíbe expresamente el uso de *Senecio mikanioides*, *Cortaderia selloana*, *Buddleja davidii*, *Baccharis halimifolia* y *Carpobrotus* sp. como especies ornamentales en jardines públicos o privados, así como promueve su eliminación y retirada de todos los espacios incluidos en la Reserva.

En general, el marco legal en el que nos encontramos resulta ciertamente insuficiente para afrontar la prevención del problema de las invasiones biológicas. Peor es la situación, si cabe, para el caso de las especies vegetales, ya que la mayoría de las disposiciones, de todos los rangos, se refieren prioritariamente, si no exclusivamente, a especies animales. Tampoco se contemplan medidas de tipo aduanero dirigidas al control del material vivo que entra en el país, tal y como se hace en otras zonas del Mundo (Estados Unidos, Australia) donde el problema de las invasiones biológicas tiene, por ahora, una dimensión más grave.

Métodos físicos o mecánicos de control

Los métodos físicos o mecánicos son aquellos que se basan en la eliminación física de la planta invasora y de sus diásporas. Dentro de ellos se incluyen los siguientes:

1. **Eliminación manual:** consiste en la retirada a mano de las plantas invasoras y de sus órganos de propagación (rizomas, estolones, tubérculos, etc.) por cuadrillas de operarios debidamente pertrechados con herramientas y utillaje adecuados (azadas, piquetas, hachas, sierras, guantes, etc.). Por lo general suele ser necesario repetir las actuaciones durante varios años para eliminar los rebrotes en los casos de especies con órganos subterráneos, o bien hasta agotar el banco de semillas del suelo en el caso de especies que se reproducen por vía sexual y poseen semillas ortodoxas longevas. El material vegetal extraído, debe ser retirado inmediatamente y destruido lejos de la zona donde se produjo la invasión.
2. **Eliminación mecánica:** consiste en la eliminación de las plantas invasoras por medio de aperos mecánicos accionados o arrastrados por tractor (desbrozadoras, destocoadoras, bulldozers, gradas pesadas, etc.). Se utilizan en los casos de invasiones severas por plantas leñosas, en terrenos con pendiente no excesiva y en situaciones en las que ecológicamente resulte soportable (ausencia de aves nidificantes o de otros elementos de la fauna que pudieran resultar perturbadas por la maquinaria).
3. **Mulching:** el mulching o acolchado consiste en la colocación de algún material sobre el suelo que impida la llegada de la luz a las plantas invasoras. Estos materiales pueden ser de origen orgánico (paja, etc.) o sintético (plásticos). Debido a su elevado coste, sólo se utilizan en los casos de invasiones localizadas, con los individuos de la especie invasora formando rodales y que afecten a enclaves de alto valor ecológico.
4. **Fuego controlado:** en algunos países se emplea el incendio controlado para eliminar invasiones de plantas alóctonas. Por razones obvias, en nuestro país estaría totalmente desaconsejado.
5. **Métodos especiales para especies acuáticas:** serían una variante de los métodos primero y segundo, adaptados para las especies invasoras del medio acuático (ríos, lagos, estanques, etc.). Consisten en la retirada de las plantas desde la orilla o desde embarcaciones empleando herramientas o maquinaria adecuada (segadoras acuáticas, picadoras accionadas, palas mecánicas, etc.).

Métodos químicos de control

Los métodos químicos consisten en el empleo de herbicidas o fitocidas para controlar y eliminar las plantas alóctonas invasoras. En el ámbito agrícola su uso se encuentra totalmente generalizado, en casi todos los sistemas de cultivo avanzados. No obstante, en el medio natural, el empleo de estos productos presenta serias limitaciones. La mayoría de los herbicidas tienen escasa especificidad, por lo que producen daños en la flora autóctona y pueden también resultar tóxicos para la fauna y para el hombre. Muchos son persistentes y se acumulan en el suelo y en los tejidos. Su coste suele ser caro. Si las especies son moderadamente resistentes, lo que ocurre en

bastantes leñosas invasoras, las aplicaciones tienen que repetirse empleando dosis altas de producto, aunque se realicen de manera localizada. No obstante, en casos de invasiones de extrema gravedad y de gran extensión, los herbicidas son casi la única opción disponible para la lucha.

Para la aplicación de herbicidas existen diversas técnicas y opciones. Cuando se trata de controlar especies leñosas, suelen combinarse con los métodos mecánicos en los casos donde no puede emplearse maquinaria. La técnica de la muesca consiste en realizar incisiones a lo largo de la corteza de los troncos, con machete, en intervalos de 10 cm, aplicando el herbicida, generalmente 2,4-D o glifosato, debajo de la corteza sobre la madera fresca. El herbicida puede aplicarse con una brocha o bien utilizando una botella de pequeño tamaño con pitorro. Debe tratarse cada tallo, en los casos de especies pluricaules, ya que la traslocación no suele ser muy eficiente. Ésta es más efectiva si se inyecta el herbicida en el tallo, traspasando la corteza pero si llegar al duramen del tronco. De este modo, la materia activa se trasloca a través del xilema. Presenta el mismo inconveniente que la técnica anterior en los casos de especies pluricaules. Cuando se trata de especies con capacidad de rebrote a partir de los tocones, lo más

recomendable es la aplicación del herbicida puro o poco diluido, directamente sobre la superficie del tocón recién cortado (no deben pasar más de 30 segundos), antes de que la traslocación vía floema se haya detenido. En los casos de especies trepadoras, bejucos o lianas, el tratamiento no suele ser fácil, ya que con la excepción de las especies leñosas de gran tamaño, la mayoría de las veces resulta complicado identificar el tallo principal. Lo mejor suele ser cortar manojos de tallos, agruparlos y aplicar inmediatamente herbicida sobre los cortes, con brocha o mediante inmersión en un recipiente con el producto. Para las especies herbáceas, se puede optar por las pulverizaciones foliares, a ultrabajo volumen, realizadas, a ser posible, en días sin viento, frescos y durante la fase de crecimiento de la especie a tratar. Otra opción son las aplicaciones en el suelo, generalmente gránulos de picloram, alrededor de la planta. No obstante, debido a la persistencia y a la movilidad del herbicida en el suelo, resulta peligroso para la flora próxima y para la fauna dulceacuícola, pudiendo causar serios problemas si se aplica cerca de alguna corriente fluvial o zona húmeda, razón por la que esta técnica se desaconseja en el medio natural.

Métodos biológicos de control

Los métodos biológicos de control consisten en el empleo de enemigos naturales (bioagentes) para regular las poblaciones de las especies alóctonas invasoras. Si tienen éxito, resultan por lo general muy baratos, manteniendo las poblaciones de la especie invasora, a veces de manera permanente, por debajo de los umbrales de daño económico o ambiental. El aspecto oscuro o cuestionable de estos métodos es que en ocasiones la especificidad entre huésped y bioagente no es total, pudiendo convertirse éste en enemigo de otras especies de la flora autóctona o bien cultivadas. Además, la mayoría de los posibles bioagentes serán, a su vez, alóctonos, lo que supone tener que introducir nuevos organismos exóticos en el medio natural, cuyo comportamiento en el ecosistema puede dar lugar a nuevas interrupciones de consecuencias imprevisibles. En la tabla 1 se relacionan diversos bioagentes utilizados o experimentados en zonas concretas del Mundo, de manera exitosa o esperanzadora, para el control biológico de plantas alóctonas invasoras, o que en su caso han provocado ataques espontáneos a estas plantas, todas ellas presentes en España.

También se incluiría, dentro de los métodos biológicos de control, el empleo de herbívoros domésticos mediante pastoreo para el control de determinadas especies alóctonas invasoras que fueran lo suficientemente palatables y que no ocasionaran al ganado problemas toxicológicos o sanitarios. En general, se ha utilizado para gramíneas invasoras.



Foto 11. Ataque de *Aphis nerii* sobre *Gomphocarpus fruticosus*, bioagente promisorio para el control de esta planta alóctona invasora. Autor: M. Sanz Elorza.

Tabla 1. Diversos bioagentes utilizados, experimentados o que han atacado de manera espontánea a plantas alóctonas invasoras presentes en España.

HUÉSPED	BIOAGENTE	PAÍS O REGIÓN
<i>Acacia dealbata</i>	<i>Melanterius servulus</i> (Coleoptera)	Sudáfrica
<i>Acacia longifolia</i>	<i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> (Hymenoptera)	Sudáfrica
<i>Acacia melanoxylon</i>	<i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> (Hymenoptera)	Sudáfrica
<i>Ageratina adenophora</i>	<i>Procecidocharis utilis</i> (Hymenoptera)	Hawaii, Australia, Nueva Zelanda, Fiji
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Verticillium dahliae</i> (Fungi)	Estados Unidos
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> (Fungi)	Estados Unidos
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Samia cinthya</i> (Lepidoptera)	Estados Unidos
<i>Baccharis halimifolia</i>	<i>Trirhabda baccharidis</i> (Coleoptera)	Australia, Estados Unidos
<i>Baccharis halimifolia</i>	<i>Aristotelia ivae</i> (Lepidoptera)	Australia, Estados Unidos
<i>Baccharis halimifolia</i>	<i>Buccalatrix ivella</i> (Lepidoptera)	Australia, Estados Unidos
<i>Baccharis halimifolia</i>	<i>Rhopalomyia californica</i> (Diptera)	Australia, Estados Unidos
<i>Chloris gayana</i>	<i>Aspergillus flavus</i> (Fungi)	Estados Unidos
<i>Chloris gayana</i>	<i>Striga lutea</i> (Scrophulariaceae)	Estados Unidos
<i>Chloris gayana</i>	<i>Striga asiatica</i> (Scrophulariaceae)	Estados Unidos
<i>Chloris gayana</i>	<i>Helicotilenchus dihystra</i> (Nematodo)	Estados Unidos
<i>Chloris gayana</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera)	Estados Unidos
<i>Datura stramonium</i>	<i>Trichobaris bridwelli</i> (Coleoptera)	Estados Unidos
<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Neochetina bruchi</i> (Coleoptera)	Estados Unidos (California)
<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Neochetina eichhorniae</i> (Coleoptera)	Estados Unidos (Texas)
<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Niphograpta albivittalis</i> (Lepidoptera)	Estados Unidos (Florida, Mississippi)
<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Bellura densa</i> (Lepidoptera)	Estados Unidos (Louisiana)
<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Orthogalumna terebrantis</i> (Fungi)	Estados Unidos
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	<i>Phomosis elaeagni</i> (Fungi)	Estados Unidos
<i>Eleusine indica</i>	<i>Meloidogyne arenaria</i> (Nematodo)	Bahamas
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Phoracantha semipunctata</i> (Coleoptera)	Amplia distribución
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Julodis onopordi</i> (Coleoptera)	Sudáfrica
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Phoracantha semipunctata</i> (Coleoptera)	Amplia distribución
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Armillaria mellea</i> (Fungi)	Amplia distribución
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Pseudomonas tumemaciensis</i> (Monera)	Amplia distribución
<i>Lantana camara</i>	<i>Colomyza lantanae</i> (Diptera)	Australia Sudáfrica
<i>Lantana camara</i>	<i>Crematobonbycia lantanella</i> (Lepidoptera)	Hawaii
<i>Lantana camara</i>	<i>Teleonemia scrupulosa</i> (Hemiptera)	Australia, Hawaii, Fiji
<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Heteropsylla cubana</i> (Hemiptera)	Java, Asia Tropical
<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Camptomeris leucaenae</i> (Fungi)	Amplia distribución
<i>Nicotiana glauca</i>	<i>Malabaris aculeata</i> (Coleoptera)	Sudáfrica
<i>Opuntia ficus-indica</i>	<i>Dactylopius opuntiae</i> (Hemiptera)	Hawaii, Australia, Sudáfrica
<i>Opuntia ficus-indica</i>	<i>Cactoblastis cactorum</i> (Lepidoptera)	Hawaii, Australia, Sudáfrica
<i>Opuntia dillenii</i>	<i>Cactoblastis cactorum</i> (Lepidoptera)	Australia
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	<i>Cactoblastis cactorum</i> (Lepidoptera)	Australia
<i>Opuntia stricta</i>	<i>Cactoblastis cactorum</i> (Lepidoptera)	Australia
<i>Oxalis pes-caprae</i>	<i>Klugaena philoxalis</i> (Lepidoptera)	Sudáfrica
<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Penthobruchus germaini</i> (Coleoptera)	Australia
<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Mimosstes ulkei</i> (Coleoptera)	Australia
<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Rhinacloa callicrates</i> (Hemiptera)	Australia
<i>Psidium guajava</i>	<i>Botryodiplodia theobromae</i> (Fungi)	Fiji
<i>Reynoutria japonica</i>	<i>Gallerucida nigromaculata</i> (Coleoptera)	Reino Unido
<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Icerya purchasi</i> (Homoptera)	Amplia distribución
<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Aspidiotus hederae</i> (Homoptera)	Amplia distribución
<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Planococcus citri</i> (Homoptera)	Amplia distribución
<i>Schinus molle</i>	<i>Megastigmus transvaalensis</i> (Hymenoptera)	Sudáfrica
<i>Senecio mikanioides</i>	<i>Parafreutreta regalis</i> (Diptera)	Estados Unidos
<i>Senecio mikanioides</i>	<i>Digitivalva delaireae</i> (Lepidoptera)	Estados Unidos
<i>Senecio inaequidens</i>	<i>Puccinia legenophorae</i> (Fungi)	Francia
<i>Senecio inaequidens</i>	<i>Longitarsus jacobaeae</i> (Lepidoptera)	Reino Unido

La situación en España

Aunque la magnitud del problema de las invasiones de plantas alóctonas en España no alcanza los niveles de gravedad de otros países (Australia, Nueva Zelanda, Madagascar, Hawaii, Reunión, Galápagos, Sudáfrica, etc.), sí que resulta inquietante, por un lado, el aumento del componente alóctono en los espectros florísticos de muchas regiones o comarcas del país, y por otro la irrupción, cada vez más frecuente, de especies con comportamiento invasor, afectando no solo a zonas sometidas a fuerte influencia antropozoógena, sino incluso a áreas protegidas de alto valor ecológico. Con relación al primero de los fenómenos, SOBRINO *et al.* (2003) han encontrado que en la provincia de Alicante, en el intervalo temporal comprendido entre 1972 y 2003, el número de familias con táxones alóctonos naturalizados ha aumentado de 26 a 52 y el número de especies ha pasado de 61 a 177, lo que supone un incremento del 290 %. Con relación al segundo fenómeno, en las dos últimas décadas, ha sido necesaria la aplicación de planes de actuación para el control de especies alóctonas invasoras en varios Parques Nacionales de la Red. Podemos citar, a modo de ejemplo, los llevados a cabo en Garajonay para el control de *Tradescantia fluminensis*, en la Caldera de Taburiente contra *Ageratina adenophora*, en Doñana contra *Gomphocarpus fruticosus* y *Nicotiana glauca*, en Timanfaya contra *Nicotiana glauca* o en el Parque Natural del Delta de Ebro contra *Eichhornia crassipes*.

Análisis por zonas geográficas

La presencia e incidencia, tanto cualitativa como cuantitativa, de las especies de plantas alóctonas invasoras en España es muy variable según el ámbito geográfico considerado. Puede decirse que las áreas costeras, tanto mediterráneas como cantábricas y atlánticas, así como las insulares, presentan una capacidad de acogida de especies alóctonas claramente superior a la presentada por las zonas continentales alejadas del mar. Ello se debe al efecto tampón ejercido por el mar sobre las temperaturas, que facilita el asentamiento de alóctonas de procedencia tropical, subtropical y capense, de temperamento termófilo, y un buen número de ellas con comportamiento invasor. También es un factor coadyuvante de primer orden la alta densidad de población de estas zonas, con el consiguiente deterioro del medio natural y el alto grado de urbanización del territorio. Por otra parte, las áreas mediterráneas continentalizadas parecen encontrarse mejor protegidas, a tenor de las poco favorables condiciones estivales para la vida vegetal que impone el clima mediterráneo (MITRAKOS, 1980), teniendo que adquirir las especies adaptaciones, tanto en lo referente a su ciclo vital (CASTRO DÍEZ & MONT-

SERRAT-MARTÍ, 1998) como al desarrollo de mecanismos ecofisiológicos que les permitan la supervivencia en condiciones de veranos secos y calurosos e inviernos fríos (CHRISTODOULAKIS, 1992). Ante unas condiciones tan específicas y limitantes, las especies procedentes de otros territorios biogeográficos encuentran, en principio, serias dificultades para introducirse, a menos que lo hagan en un medio artificialmente alterado a su favor (por ejemplo, cultivos de regadío) o bien en zonas naturales ecológicamente más favorables (ambientes riparios, humedales, etc.).

Desde el punto de vista de las invasiones de plantas alóctonas, el territorio español puede dividirse en cuatro zonas con características y problemática diferentes. Estas cuatro zonas son el archipiélago canario, las comarcas costeras mediterráneas y suratlánticas con las islas Baleares, las zonas conteras cantábricas y noratlánticas y el interior de la Península (figuras 2 y 3).



Figura 2. Zonificación de España peninsular y Baleares en función de la incidencia y problemática de las invasiones de plantas alóctonas.

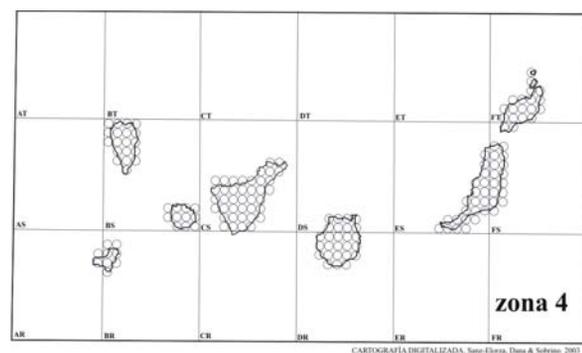


Figura 3. En las islas Canarias, las favorables condiciones climáticas favorecen la introducción de especies vegetales exóticas. Debido a su condición insular y a la fragilidad de su flora endémica, resultan especialmente vulnerables a los impactos provocados por estas especies introducidas, hasta el punto de ser la parte del territorio nacional donde la gravedad del problema alcanza los niveles de magnitud más elevados.

En la tabla 2 se muestran, de manera sintética, las principales especies invasoras para cada una de las zonas anteriormente definidas.

Tabla 2. Principales especies alóctonas invasoras para cada una de las cuatro zonas establecidas de acuerdo con la incidencia y problemática del fenómeno.

COSTA MEDITERRÁNEA	COSTA CANTÁBRICA	INTERIOR PENÍNSULA	CANARIAS
<i>Acacia saligna</i>	<i>Acacia melanoxylon</i>	<i>Acer negundo</i>	<i>Achyranthes sicula</i>
<i>Achyranthes sicula</i>	<i>Acacia dealbata</i>	<i>Achillea filipendulina</i>	<i>Agave americana</i>
<i>Agave americana</i>	<i>Acacia longifolia</i>	<i>Azolla filiculoides</i>	<i>Ageratina adenophora</i>
<i>Ageratina adenophora</i>	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<i>Artemisia verlotiorum</i>	<i>Ageratina riparia</i>
<i>Araujia sericifera</i>	<i>Baccharis halimifolia</i>	<i>Arundo donax</i>	<i>Argemone mexicana</i>
<i>Arctotheca calendula</i>	<i>Buddleja davidii</i>	<i>Datura stramonium</i>	<i>Bidens pilosa</i>
<i>Arundo donax</i>	<i>Carpobrotus acinaciformis</i>	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	<i>Chasmanthe aethiopica</i>
<i>Atriplex semibaccata</i>	<i>Carpobrotus edulis</i>	<i>Cylindropuntia rosea</i>	<i>Crassula lycopodioides</i>
<i>Cenchrus incertus</i>	<i>Chamaesyce polygonifolia</i>	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	<i>Crassula multicaeva</i>
<i>Bidens pilosa</i>	<i>Cortaderia selloana</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Eleusine indica</i>
<i>Carpobrotus acinaciformis</i>	<i>Cotula coronopifolia</i>	<i>Fallopia baldschuanica</i>	<i>Eriobotrya japonica</i>
<i>Carpobrotus edulis</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Gleditsia triacanthos</i>	<i>Eschscholzia californica</i>
<i>Chloris gayana</i>	<i>Oenothera biennis</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Gomphocarpus fruticosus</i>
<i>Cotula coronopifolia</i>	<i>Oenothera glazioviana</i>	<i>Isatis tinctoria</i>	<i>Ipomoea acuminata</i>
<i>Cyperus alternifolius</i>	<i>Paspalum vaginatum</i>	<i>Lippia filiformis</i>	<i>Ipomoea purpurea</i>
<i>Eleusine indica</i>	<i>Reynoutria japonica</i>	<i>Paspalum dilatatum</i>	<i>Lantana camara</i>
<i>Gomphocarpus fruticosus</i>	<i>Senecio mikanioides</i>	<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>
<i>Heliotropium curassavicum</i>	<i>Spartina alterniflora</i>	<i>Senecio inaequidens</i>	<i>Mirabilis jalapa</i>
<i>Ipomoea acuminata</i>	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	<i>Sophora japonica</i>	<i>Nicotiana glauca</i>
<i>Ipomoea purpurea</i>	<i>Tritonia x crocosmiiflora</i>	<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Opuntia dillenii</i>
<i>Ipomoea stolonifera</i>		<i>Xanthium strumarium</i>	<i>Opuntia ficus-indica</i>
<i>Ipomoea sagittata</i>			<i>Oxalis pes-caprae</i>
<i>Lantana camara</i>			<i>Paraserianthes lophanta</i>
<i>Leucaena leucocephala</i>			<i>Parkinsonia aculeata</i>
<i>Mirabilis jalapa</i>			<i>Pelargonium capitatum</i>
<i>Nicotiana glauca</i>			<i>Pelargonium zonale</i>
<i>Opuntia dillenii</i>			<i>Pennisetum setaceum</i>
<i>Opuntia ficus-indica</i>			<i>Pittosporum undulatum</i>
<i>Cylindropuntia imbricata</i>			<i>Psidium guajava</i>
<i>Opuntia stricta</i>			<i>Ricinus communis</i>
<i>Austrocylindropuntia subulata</i>			<i>Schinus molle</i>
<i>Oxalis pes-caprae</i>			<i>Stenotaphrum secundatum</i>
<i>Parkinsonia aculeata</i>			<i>Tradescantia fluminensis</i>
<i>Paspalum vaginatum</i>			<i>Tropaeolum majus</i>
<i>Passiflora caerulea</i>			<i>Ulex europaeus</i>
<i>Ricinus communis</i>			
<i>Solanum bonariense</i>			
<i>Schinus molle</i>			
<i>Stenotaphrum secundatum</i>			
<i>Tradescantia fluminensis</i>			
<i>Tropaeolum majus</i>			
<i>Xanthium strumarium</i>			
<i>Zygophyllum fabago</i>			

Análisis por ecosistemas

Como ya hemos visto, la capacidad de acogida de especies alóctonas no es igual para todos los biotopos. En principio, existen varios factores que contribuyen a estas diferencias. En primer lugar, la degradación del entorno y la destrucción de la vegetación autóctona original, lo que crea espacios bióticos

vacíos que pueden ser ocupados por especies exóticas (PIGNATTI, 1999; SANZ-ELORZA *et al.*, 2001a). En segundo lugar, la existencia de un régimen térmico suave, sin ocurrencia de temperaturas extremas, lo que suele darse en las zonas costeras e insulares en latitudes medias o bajas. En tercer lugar, si la pluvio-metría es escasa e irregular, la existencia de unas

condiciones hídricas en el suelo más favorables que las del entorno. En lo que se refiere a nuestro país, las principales especies invasoras con relación a los biotopos más invadidos pueden sintetizarse del siguiente del modo:

1. **Cultivos agrícolas:** *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus albus*, *Amaranthus blitoides*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus muricatus*, *Amaranthus powellii*, *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus viridis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Araujia sericifera*, *Bromus willdenowii*, *Bidens pilosa*, *Bidens subalternans*, *Conyza canadensis*, *Conyza bonariensis*, *Datura stramonium*, *Echinochloa hispidula*, *Echinochloa oryzicola*, *Echinochloa oryzoides*, *Eleusine indica*, *Oxalis pes-caprae*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum paspalodes*, *Sorghum halepense*, *Xanthium spinosum*, *Xanthium strumarium* subsp. *italicum*, etc.
2. **Ambientes ruderales:** *Achyranthes sicula*, *Ailanthus altissima*, *Amaranthus albus*, *Amaranthus blitoides*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus muricatus*, *Amaranthus powellii*, *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus viridis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Araujia sericifera*, *Asclepias curassavica*, *Conyza canadensis*, *Bidens pilosa*, *Bidens subalternans*, *Chloris gayana*, *Conyza bonariensis*, *Conyza sumatrensis*, *Datura innoxia*, *Datura stramonium*, *Eleusine indica*, *Heliotropium curassavicum*, *Ipomoea acuminata*, *Ipomoea purpurea*, *Lantana camara*, *Leucaena leucocephala*, *Mirabilis jalapa*, *Opuntia ficus-indica*, *Parkinsonia aculeata*, *Passiflora caerulea*, *Ricinus communis*, *Schinus molle*, *Senecio mikanioides*, *Zygophyllum fabago*, etc.
4. **Dunas costeras, playas y acantilados:** *Acacia longifolia*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Arctotheca calendula*, *Carpobrotus acinaciformis*, *Carpobrotus edulis*, *Cenchrus incertus*, *Chamaesyce polygonifolia*, *Ipomoea stolonifera*, *Stenotaphrum secundatum*, *Xanthium strumarium* subsp. *italicum*, etc.

brotus edulis, *Cenchrus incertus*, *Chamaesyce polygonifolia*, *Ipomoea stolonifera*, *Stenotaphrum secundatum*, *Xanthium strumarium* subsp. *italicum*, etc.

5. **Zonas deforestadas o abiertas:** *Acacia saligna*, *Agave americana*, *Eschscholzia californica*, *Isatis tinctoria*, *Nicotiana glauca*, *Opuntia dillenii*, *Opuntia ficus-indica*, *Cylindropuntia imbricata*, *Cylindropuntia rosea*, *Opuntia stricta*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Pennisetum setaceum*, *Senecio inaequidens*, *Tropaeolum majus*, etc.
6. **Zonas riparias:** *Acer negundo*, *Ageratina adenophora*, *Araujia sericifera*, *Artemisia verlotiorum*, *Arundo donax*, *Bidens aurea*, *Bidens frondosa*, *Bidens subalternans*, *Buddleja davidii*, *Cortaderia selloana*, *Cyperus alternifolius*, *Elaeagnus angustifolia*, *Eleusine indica*, *Fallopia baldschuanica*, *Gleditsia triacanthos*, *Gomphocarpus fruticosus*, *Helianthus tuberosus*, *Ipomoea sagittata*, *Lippia filiformis*, *Oenothera biennis*, *Oenothera glazioviana*, *Parkinsonia aculeata*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum paspalodes*, *Reynoutria japonica*, *Tradescantia fluminensis*, *Tritonia x crocosmiiflora*, *Vinca difformis*, *Xanthium strumarium* subsp. *italicum*, etc.
7. **Ambientes viarios:** *Achillea filipendulina*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Artemisia verlotiorum*, *Bidens aurea*, *Bidens pilosa*, *Bidens subalternans*, *Chloris gayana*, *Cortaderia selloana*, *Fallopia baldschuanica*, *Gleditsia triacanthos*, *Isatis tinctoria*, *Oenothera biennis*, *Oenothera glazioviana*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Robinia pseudacacia*, *Sophora japonica*, *Tropaeolum majus*, *Zygophyllum fabago*, etc.
8. **Lagunas y humedales continentales:** *Azolla filiculoides*, *Eichhornia crassipes*, *Elodea canadensis*, etc.



Foto 12. Invasión de la rambla del río Chillar (Frigiliana, Málaga) por *Ageratina adenophora*. Autor: M. Sanz Elorza.



Foto 13. *Tropaeolum majus* compitiendo con *Cneorum tricoccum* (Nerja, Málaga), endemismo del Mediterráneo occidental, declarado en peligro de extinción por la Junta de Andalucía y vulnerable según la UICN. En las costas mediterráneas, se alcanzan los porcentajes más elevados de flora alóctona de la Península Ibérica. Autor: M. Sanz Elorza.

El Banco de Datos de las Plantas Alóctonas Invasoras

Desde hace cinco años, se viene llevando a cabo, por el grupo de trabajo de “Malas hierbas urbanas, alóctonas y cuarentenas”, de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh), la inventariación de la flora alóctona española, almacenándose toda la información en una base de datos Access (SOBRINO *et al.*, 1999). Dicha base de datos de compone de dos tablas. La primera de ellas (tabla especies) se compone de los siguientes quince campos, constituyendo cada especie un registro:

- **Género y especie:** incluye el nombre científico de cada especie de acuerdo con *Flora iberica*, *Flora europaea* o la flora más reciente de la región de origen de la especie.
- **Familia:** se utiliza el mismo criterio que en el anterior.
- **Nombre vulgar:** campo “memo” donde se incluyen los nombres vulgares en las cuatro lenguas oficiales del país.
- **Fecha de introducción o de la primera cita fiable:** se señala el año cuando se conoce.
- **Lugar donde se encontró por primera vez:** se incluye el término municipal y la provincia o isla.
- **Status:** introducción segura, introducción probable, presencia dudosa, indígena dudosa.
- **Forma de introducción:** introducción intencionada (ornamental, comestible, forrajera, forestal), introducción involuntaria (mala hierba, jardinería, minería, comercio, animales, desconocida).
- **Frecuencia:** muy rara, rara, localizada, común, desaparecida, sin información.
- **Tipo biológico:** tipo biológico según RAUNKJAER, ampliado sensu BOLÒS & VIGO (1984-2001).
- **Xenotipo:** según la clasificación de plantas sinantrópicas de KORNAS (1990).
- **Dinámica demográfica:** en expansión, estable, en regresión, introducción reciente, sin información.
- **Hábitat colonizado:** arvense, ruderal, riparia, viaria, forestal, dulceacuícola, marismas, playas, etc.
- **Influencia sobre el medio:** beneficiosa, perjudicial, indiferente.
- **Origen:** neotropical, capense, irano-turaniana, etc.
- **Distribución por provincias:** se relacionan las provincias utilizando los distintivos de las antiguas matrículas de los coches.

La segunda tabla (tabla citas), en la que se almacenan todas las citas recopiladas (cada cita en un registro), bibliográficas y de herbario, para cada una de las especies de la tabla anterior, se compone de los siguientes once campos:

- **Género y especie:** se utiliza el mismo criterio de la tabla especies.
- **Localidad:** municipio donde se localiza la cita.
- **Provincia:** provincia donde se localiza el municipio del campo anterior.
- **Cuadrado UTM 10 x 10 km:** designación de la cuadrícula UTM de 10 km de lado donde se localiza la cita, según el sistema utilizada en la cartografía oficial del Servicio Geográfico de Ejército.
- **Cuadrado UTM de 1 x 1 km:** igual que el anterior pero con relación a la cuadrícula de 1 km de lado.
- **Altitud:** altitud en metros sobre el nivel del mar de la estación donde fue citada la especie.
- **Hábitat:** campo memo donde se describe brevemente el biotopo donde se encontraba la especie.
- **Fecha:** año de la cita bibliográfica o de la recolección del material del pliego de herbario que avalan la cita.
- **Herbario:** se indica el número del pliego y la abreviatura estandarizada del herbario que avala la cita.
- **Bibliografía:** se señala la revista u obra autónoma (abreviada de manera estándar cuando sea posible), número y página donde aparece la cita.
- **Autor:** se indica el nombre del autor de la referencia bibliográfica o el que figure en la etiqueta del pliego de herbario.



Foto 14. Invasión de *Araujia sericifera* y *Agave americana* en Cambrils (Tarragona). En las comarcas costeras de Cataluña y Levante, *Araujia sericifera* es una de las especies más invasoras, mostrando una amplísima valencia ecológica al invadir tanto ambientes profundamente alterados (plantaciones de agrios, zonas periurbanas y ruderales, etc.) como los últimos relictos de la vegetación climácica (encinares termomediterráneos valenciano-tarraconenses). Autor: M. Sanz Elorza.