

Cambio Climático y Especies Invasoras en España

Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impactos y vulnerabilidad

- Documento de síntesis -





CAMBIO CLIMÁTICO Y ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN ESPAÑA.

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR Y BASES DE CONOCIMIENTO SOBRE
IMPACTOS Y VULNERABILIDAD.**

DOCUMENTO DE SÍNTESIS

2011



Autores

Laura Capdevila-Argüelles
Bernardo Zilletti
Víctor Ángel Suárez Álvarez

Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (GEIB)

Dirección técnica (en orden alfabético)

Alfonso Gutiérrez Teira, José Ramón Picatoste Ruggeroni

D.G. Oficina Española de Cambio Climático, MARM

Diseño y maquetación: Laura Capdevila-Argüelles (GEIB) y Bernardo Zilletti (GEIB)

Diseño de portada: GEIB, Pedro J. Llorente (CENEAM)

Con la excepción de las fotografías que son propiedad de sus autores, se permite copiar y distribuir el trabajo original y realizar trabajos derivados con las condiciones de citar este trabajo en la forma que figura a continuación:

A efectos bibliográficos, este trabajo debe citarse como sigue:

Capdevila-Argüelles L., B. Zilletti y V.A. Suárez Álvarez. 2011. *Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad. Documento de síntesis*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 17 pág.

El proyecto ha sido financiado por la Oficina Española de Cambio Climático (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino) y realizado por el Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (GEIB) <http://geib.blogspot.com/>.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente del MARM o de su personal.

NIPO: 770-11-172-3

NOTA PRELIMINAR

Este documento sintetiza los resultados de un trabajo denominado *Anteproyecto de evaluación de impactos del cambio climático sobre las especies exóticas invasoras en España*, que la Oficina Española de Cambio Climático contrató en el año 2009 a un equipo de reconocidos expertos en la problemática de las invasiones biológicas, el Grupo de Expertos en Invasiones Biológicas.

El objetivo del trabajo, que ha dado lugar a una publicación de la que se extrae este Documento de Síntesis, era establecer el estado actual de conocimiento de los efectos del cambio climático sobre las especies exóticas invasoras, tanto en el ámbito del saber internacional sobre el problema como en el más específico de los posibles efectos en España. Para tal fin, se realizó una revisión extensa del conocimiento existente relativo a los efectos del cambio climático en el ámbito de las especies exóticas invasoras en España, una primera identificación de los taxones, áreas geográficas y ecosistemas donde se necesita profundizar en el conocimiento y una propuesta metodológica para desarrollar un proyecto detallado de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en este campo.

El trabajo, la publicación y este documento de síntesis, constituyen en conjunto un resultado significativo del desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en su Segundo Programa de Trabajo, en tanto que contribuye al cumplimiento de sus objetivos como marco de referencia para la coordinación de las acciones de evaluación de impactos, vulnerabilidad y opciones de adaptación, al proporcionar información y conocimiento sobre evidencias, herramientas y métodos, y proporcionar algunas pistas que pueden facilitar a los diversos actores competentes el abordaje adecuado de sus respectivas acciones y medidas para hacer frente a los efectos combinados de dos factores del cambio global tan importantes para la biodiversidad, los sistemas ecológicos y económicos, como las invasiones biológicas y el cambio climático.

La Dirección Técnica

ÍNDICE

1. Cambio climático e invasiones biológicas: interacciones y sinergias.....	5
2. Modelos de predicción de las invasiones biológicas bajo los efectos del cambio climático.....	9
3. Fuentes y bases de datos con información sobre distribución de EEI en España.....	11
4. Impacto potencial del cambio climático sobre las EEI y la biodiversidad en España.....	12
5. Propuesta preliminar de EEI de seguimiento y evaluación prioritaria.....	14
6. Impacto socioeconómico potencial de las EEI bajo los efectos del cambio climático.....	16

1. CAMBIO CLIMÁTICO E INVASIONES BIOLÓGICAS: INTERACCIONES Y SINERGIAS

Las especies exóticas invasoras (en adelante EEI) han recibido hasta el momento poca consideración en el contexto del cambio climático, en el cual se ha enfatizado más el peligro de extinción de las especies autóctonas mientras que, por el contrario, se ha prestado escasa atención a aquellas que las sustituirán.

Con un gran nivel de certeza se puede afirmar que el cambio climático podrá alterar la estructura y composición de las comunidades nativas y como consecuencia, el funcionamiento de los ecosistemas, actuando como un régimen de perturbación que acrecentará el riesgo de invasiones biológicas.

Si por un lado algunas especies exóticas e invasoras podrán sucumbir bajo los efectos del cambio climático, otras podrán volverse capaces de sobrevivir y colonizar zonas donde actualmente no pueden sobrevivir debido a las limitaciones impuestas por el clima.

Asimismo, especies exóticas establecidas podrán volverse invasoras si el cambio climático incrementa su capacidad

competitiva o su tasa de propagación (supresión del tiempo de latencia) mientras que otras ya invasoras podrán expandir su área de distribución.

Los efectos del cambio climático afectarán no sólo al éxito de las invasiones tras la introducción de una especie, sino también a todas las etapas (vías de entrada, vectores, etc.) que conforman el proceso de invasión así como a la eficacia de los métodos de gestión.

A pesar de que en general hay un consenso de que el cambio climático favorecerá las EEI, predecir con exactitud sus éxitos y/o fracasos es una tarea compleja puesto que su distribución actual puede no estar en equilibrio con el clima actual, y su establecimiento y posterior expansión tampoco está influenciada sólo por el clima sino que depende de otros factores como son la propia resistencia de un ecosistema a ser invadido, la interacción entre las especies, etc.

Además, sus vías de entrada y dispersión también dependen de otros factores cuyo comportamiento es también influenciado por el cambio climático.

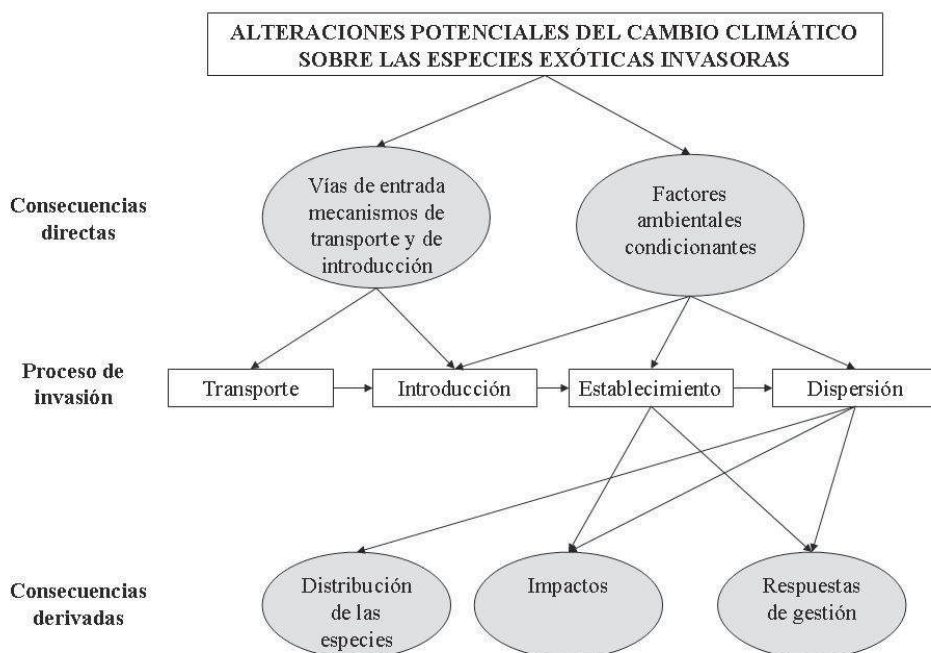


Figura 1. Alteraciones del cambio climático sobre los procesos de invasión. (Modificado de Hellmann *et al.* 2008).

Hablando de las plantas...



Figura 2. Acacia negra (*Acacia melanoxylon*). (Foto GEIB)

El cambio climático podría afectar a la dinámica de las invasiones de plantas de dos maneras diferentes:

a) afectando a las comunidades nativas limitando o beneficiando a ciertas especies y alterando las relaciones interespecíficas a todos los niveles. La pérdida de especies clave o grupos funcionales de plantas podría influenciar profundamente el grado de vulnerabilidad de las comunidades nativas a las invasiones. Además, estos cambios podrían ser muy perjudiciales pudiendo generar procesos de retroalimentación sobre los ecosistemas.

b) favoreciendo los rasgos biológicos individuales de EEI concretas. En este contexto, el cambio climático implica varios aspectos que tienen una fuerza selectiva para las características de las plantas, como por ejemplo, el aumento de las temperaturas, los cambios en los patrones de las precipitaciones y de la evapotranspiración, y el aumento de CO₂.

Los efectos del cambio climático han sido proyectados para predecir la distribución de 1.350 especies de plantas europeas a finales del siglo XXI. Los resultados muestran que el peor escenario podría conducir a una

pérdida media del 42% de especies, junto con un ‘recambio’ del 63%, lo que hace previsible profundas alteraciones en las comunidades y los ecosistemas.

Hablando de insectos...



Figura 3. Picudo rojo de las palmeras (*Rhynchophorus ferrugineus*). (Foto José Esteban Durán)

Los insectos están fuertemente influenciados por el clima, por lo tanto, se espera que los cambios climáticos predichos tomen parte en la expansión/contracción de sus áreas de distribución. Las respuestas de los insectos al cambio climático serán complejas y diversas, dependiendo de su ciclo vital y de la estrategia de crecimiento planta-huésped. No obstante, hay indicios consistentes de que especies con alimentación generalista, cosmopolitas, multivoltinas, con elevada plasticidad fenotípica, podrían verse favorecidas por el cambio climático, pudiendo representar un riesgo en el futuro.

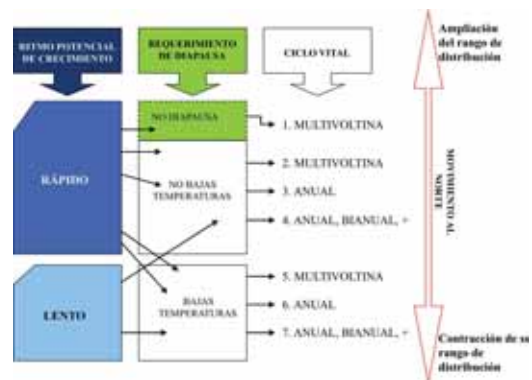


Figura 4. Modelo simplificado de la respuesta de los insectos al calentamiento del clima. (Modificado de Bale *et al.* 2002).

Hablando de las aguas continentales...



Figura 5. Río Duero. (Foto GEIB)

Los ecosistemas acuáticos continentales resultarán profundamente afectados por el cambio en el clima. Es previsible que la subida de las temperaturas *per se* y sus efectos indirectos, los cambios en los regímenes de precipitaciones y consecuentemente en los caudales, en las corrientes y la salinidad y/o el aumento en la frecuencia de eventos extremos, provoquen cambios sustanciales en la fenología y distribución de las especies así como en la productividad de los ecosistemas, abriendo el paso a las invasiones biológicas.

Hablando del medio marino...



Figura 6. Playa de Rodas (Islas Cíes). (Foto GEIB).

Las emisiones de gases de efecto invernadero (principalmente el CO₂), junto con el aumento de la temperatura media global, y la disminución de la salinidad, darán lugar a una cascada de cambios en los ecosistemas marinos afectando a muchas

propiedades ecológicas e interactuando con las especies exóticas de dos maneras:

1) directamente, alterando las condiciones físico-químicas (principalmente la temperatura, pero también aquellas relacionados con las características oceanográficas), e

2) indirectamente, contribuyendo a cambiar las pautas de las nuevas comunidades. El efecto más comúnmente previsto del calentamiento global de los océanos es un desplazamiento hacia los polos en los límites de distribución de las especies asociado con un reemplazo de las especies de aguas frías por especies de aguas cálidas.

Hablando de patógenos y enfermedades vectoriales...



Figura 7: Mosquito tigre (*Aedes albopictus*). (Foto: James Gathany-CDC).

Las invasiones biológicas conjuntamente con el cambio climático pueden implicar la inmigración de especies no deseadas como son los patógenos o las enfermedades. Las enfermedades infecciosas de transmisión vectorial son altamente susceptibles a una combinación de factores climáticos y ecológicos por la cantidad de componentes que existen en el ciclo de transmisión, así como su interacción con el ambiente externo. Si el cambio climático afecta a uno o más componentes en el ciclo de transmisión, podría suceder que estas enfermedades viesen incrementada su área de distribución.

Algunas epidemias de cólera parecen estar directamente asociadas con las aguas de lastre. *Vibrio cholerae* reside en los ecosistemas marinos acompañando al zooplancton, y la supervivencia de estos pequeños crustáceos depende de la abundancia del fitoplancton. Las poblaciones de fitoplancton tienden a incrementarse (*bloom*) cuando las temperaturas de los océanos son cálidas. Las corrientes oceánicas que discurren a lo largo de la costa desplazan el plancton y sus pasajeros bacterianos. Como resultado, brotes de cólera aparecen cuando aumenta la temperatura de la superficie de los mares. Además, *V. cholerae* puede crecer en aguas con baja salinidad si la temperatura del agua es relativamente alta y hay una elevada concentración de nutrientes.

Hablando de vías de entrada y vectores...

Es evidente que el cambio climático tendrá un impacto positivo en la presión de propágulos y que podemos esperarnos que muchas especies nuevas entren a formar parte de un grupo muy amplio de posibles nuevos invasores.

Los efectos del cambio climático pueden afectar de forma indirecta a las probabilidades de invasión alterando los patrones que gobiernan las vías de entrada y los vectores o generando patrones nuevos.

Se esperan, por ejemplo, cambios a gran escala en la distribución geográfica de la producción agrícola y forestal debido a cambios en el clima; por lo tanto, el origen de los productos y sus vías de transporte pueden cambiar. Esto permitirá una nueva colección de posibles invasores asociados/usuarios de cada ruta de transporte. Además, es posible que la invasibilidad de los agro-ecosistemas vulnerables a las especies exóticas pueda cambiar como resultado de los cambios en la vegetación en respuesta a un clima más cálido y seco.

Por otra parte, las temperaturas más elevadas y los inviernos más suaves crearán condiciones oportunas para la cría en instalaciones al aire libre de especies

exóticas de aguas más calidas. En caso de escape, las especies exóticas podrían encontrar en el medio natural (alterado por los efectos del cambio climático) condiciones favorables para establecerse. Asimismo la escasez de agua por el clima más árido podría generar la necesidad de incrementar el número de infraestructuras (embalses) y modificar la red hidrográfica (canalizaciones) para garantizar una mayor disponibilidad de este recurso.

Aún siendo patente que abordar el problema las EEI en el presente es imprescindible para evitar mayores daños en el futuro, se plantea, de cara a la gestión, la necesidad de comprender con mayor precisión el conjunto de factores y variables implicadas así como su interrelaciones y funcionamiento.

Se recomienda por tanto potenciar la investigación científica a) incluyendo el estudio de las interrelaciones entre EEI y cambio climático entre los objetivos y prioridades de la política de investigación en España; b) promoviendo y financiando programas de investigación fundamental y aplicada sobre este tema a corto y medio plazo; y c) incentivando la cooperación entre grupos de investigación a nivel nacional e internacional.

2. MODELOS DE PREDICCIÓN DE LAS INVASIONES BIOLÓGICAS BAJO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Los modelos bioclimáticos han sido ampliamente utilizados para predecir la futura distribución de especies y para comparar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad bajo diferentes escenarios.

La relativa sencillez de estos modelos puede constituir un importante punto de inicio para orientar el desarrollo de políticas de conservación.

No obstante, su validez ha sido discutida por diferentes autores que, atacando sus supuestos básicos, enfatizan el papel de las interacciones bióticas, los posibles cambios evolutivos y la capacidad de dispersión en la distribución de las especies, así como la importancia de la escala espacial de aplicación de esos modelos. Existen además otra serie de factores (por ejemplo, la metodología estadística, la escala geográfica de aplicación, etc.) que hay que tener en cuenta a la hora de aplicar e interpretar correctamente dichos modelos.

Bajo esta perspectiva, los modelos bioclimáticos empleados a macroescala (en este caso, la influencia de las variaciones macroclimáticas es predominante sobre otros factores) pueden proporcionar una primera y útil evaluación ('primer filtro') de la posible magnitud y del patrón general de los impactos futuros del cambio climático en la distribución de especies. Sin embargo, la realización de predicciones a pequeña escala (disminuye la importancia del clima como único factor limitante) requiere la integración de las interacciones entre la complejidad de factores que afectan a la distribución de las especies (por ejemplo las interacciones bióticas, la dispersión, la topografía, el microclima, etc.).

Junto con los modelos bioclimáticos, se han desarrollado en el pasado otros modelos como los modelos dinámicos de vegetación mundial (DGVMs) y a partir de éstos,

modelos híbridos como LPJ-GUESS. Sin embargo las dificultades para su parametrización y validación, la falta de una aproximación especie-específica de los primeros, y la necesidad de disponer de muchos datos y de un detallado conocimiento de los procesos ecológicos de los segundos, limitan su utilidad.

De cara a las invasiones biológicas, el cambio climático tiene el potencial para modificar el impacto de las EEI actuando sobre su lugar de origen así como sobre sus vías de entrada y zonas receptoras.

Prevenir la introducción de aquellas especies que puedan beneficiarse del cambio climático y predecir su distribución gestionando cuidadosamente la conectividad del medio para minimizar su dispersión hacia nuevas áreas, es posiblemente la mejor opción de gestión.



Figura 8. Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*). (Foto GEIB)

Aunque la complejidad y multiplicidad de los factores que están a la base de las invasiones biológicas y las propias debilidades de los modelos bioclimáticos proyectan dudas sobre su poder predictivo para las EEI, éstos en combinación con otras técnicas analíticas (modelos que incluyan variables como la dispersión, la presencia de barreras, etc. y el empleo de SIGs para incluir factores de tipo antrópico) constituyen una herramienta de utilidad.

De cara a la gestión de EEI, las consideraciones relativas al cambio climático han de integrarse en los procedimientos de análisis de riesgos, teniendo en cuenta el estatus de cada especie y su capacidad de supervivencia a largo plazo, siendo su puesta en marcha a corto plazo imprescindible.

Con el objetivo de facilitar la decisión de **cuándo** hay que tener en cuenta el cambio climático como una **variable más en los análisis de riesgos** para EEI, se proponen los siguientes **criterios**:

TENER EN CUENTA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Especies exóticas e invasoras ya establecidas
Especies exóticas e invasoras introducidas accidentalmente que tienen capacidad de supervivencia en las condiciones actuales.
Especies exóticas importadas de forma intencionada cuyo riesgo de volverse invasoras en las condiciones es nulo actuales o despreciable (ya que los riesgos podrían aumentar en el tiempo bajo los efectos del cambio climático).

NO TENER EN CUENTA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Especies exóticas e invasoras introducidas accidentalmente que no tienen capacidad de supervivencia en las condiciones actuales.
Especies exóticas importadas de forma intencionada cuyo riesgo de volverse invasoras en las actuales condiciones es elevado (ya que directamente no se debería autorizar su introducción)

En este contexto, el empleo de datos climáticos (actuales y proyectados) pueden proporcionar una idea de cómo el riesgo asociado a una EEI puede cambiar en el espacio y en el tiempo, permitir la identificación de áreas con alto riesgo de invasión, y facilitar la toma de decisiones y el desarrollo de políticas de mitigación o adaptación.

Debido a la importancia que los mapas de riesgos tienen a la hora de influenciar las decisiones sobre políticas de gestión, se recomienda que:

- 1) la toma de decisiones para gestionar EEI se fundamente en los resultados coincidentes de diferentes técnicas de análisis que tengan en cuenta más de un factor (no sólo el clima) así como diferentes escalas operativas;
- 2) se fomente la investigación sobre modelos predictivos y su integración con otras técnicas de análisis;
- 3) los analistas responsables de la producción de los mapas proporcionen información sobre la metodología empleada y declaren explícitamente el nivel de incertidumbre asociado;
- 4) se pongan todos los medios para asegurar la disponibilidad y la accesibilidad a los datos;
- 5) se elabore una guía de mejores prácticas para la modelización;
- 6) se elabore una guía para explicar a los tomadores de decisiones como se tienen que interpretar y usar los mapas de riesgo;
- 7) se pongan en marcha cursos de capacitación para la elaboración de mapas de riesgo.

3. FUENTES Y BASES DE DATOS CON INFORMACIÓN SOBRE DISTRIBUCIÓN DE EEI EN ESPAÑA

Los sistemas de información sobre EEI constituyen una base indispensable a la hora de poder realizar predicciones sobre su futura distribución de cara al cambio climático y para evaluar en tiempo real la situación y facilitar la toma de decisiones en materia de gestión.

Para evaluar el estado de los conocimientos se ha llevado a cabo una reseña de las principales fuentes de información sobre EEI en España, que no puede considerarse exhaustiva debido a la existencia de fuentes lamentablemente no accesibles.

La revisión efectuada revela un aumento en el número de publicaciones y bases de datos sobre EEI. No obstante, la información disponible está sesgada en dependencia del grupo taxonómico del que se trate, siendo más abundante en el caso de plantas y vertebrados y más escasa en el caso de invertebrados y organismos marinos. Asimismo, se ha detectado cierta dispersión, fragmentariedad y heterogeneidad en la información analizada. Pese a ello, la utilidad de la información procedente de la literatura y de las bases de datos es incuestionable y constituye un importante punto de partida.

La complejidad del problema a tratar (las interacciones entre EEI y el cambio climático) requiere la realización de un esfuerzo para recopilar, ampliar, estandarizar y manejar una enorme cantidad de datos procedentes de diferentes fuentes.

Es preciso construir un sistema de información que deberá, además, complementarse con la información procedente de los sistemas de información geográfica (SIGs) para integrar aquellos factores de origen antrópico que también influyen en los procesos de invasión. La combinación e integración espacial de todos estos elementos podría aportar información útil tanto para la investigación como de cara a la gestión de EEI, permitiendo determinar las áreas con alto riesgo de invasión, y coadyuvar en la adopción de planes de gestión.



Figura 9. Visón americano (*Neovison vison*). (Foto GEIB)

4. IMPACTO POTENCIAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS EEI Y LA BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA

Las alteraciones bajo los efectos del cambio climático previstas en los diferentes modelos influirán en la biología y distribución de los seres vivos, provocando alteraciones en la interacción entre especies, favoreciendo la expansión de especies invasoras y plagas, aumentando el impacto de las perturbaciones, cambiando la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y perturbando la habilidad competitiva de las diferentes especies.

La elasticidad de los ecosistemas frente a estos cambios depende significativamente del potencial de migración y dispersión de las especies y poblaciones, de su diversidad y viabilidad genética, y de su tolerancia a los cambios en el clima. Todos estos factores se ven afectados por las actividades antropogénicas, entre las que se incluye la introducción de especies.

A nivel europeo, los niveles de invasión difieren drásticamente dependiendo del tipo de hábitat considerado y de la región invadida. Para la flora es posible diferenciar algunos grupos entre los tipos de hábitats con mayor riesgo a ser invadidos: éstos son los hábitats antropogénicos, costeros, litorales y los ecosistemas de ribera.

Frente a ellos, los hábitats con la menor proporción de neófitos parecen ser aquellos que presentan suelos bajos en nutrientes de forma constante (como son las ciénagas o las zonas pantanosas), así como los pastizales alpinos, los brezales o matorrales subalpinos y posiblemente la vegetación perenne mediterránea.

España muestra un grado de invasión muy heterogéneo encontrándose valores más elevados en las zonas metropolitanas, en la costa mediterránea y en el sur peninsular. Estos valores se relacionan con unas temperaturas medias cálidas, el porcentaje de áreas urbanas y la proximidad de estas zonas a la costa. Acorde con el patrón Europeo, los hábitats más antropizados/perturbados, así como los

hábitats fluviales y costeros, parecen ser los más invadidos por especies oportunistas de marcado carácter invasor. Las islas y los ecosistemas lacustres también aparecen con un elevado grado de invasión. Los hábitats marinos tampoco están exentos de la presencia de EEI.

No obstante, a la hora de considerar el impacto del cambio global, es necesario tener en cuenta la magnitud de la presión del propágulo, antes que los efectos de factores relacionados con los cambios en el clima, ya que la presencia de una especie podría no tener relación alguna con éstos.

De hecho, es bastante probable que los factores relacionados con el cambio climático hayan jugado un papel de menor importancia a la hora de influenciar la introducción de especies, aunque sí podrían haber influido, o influir en un futuro, a la hora de favorecer el establecimiento y/o dispersión de alguna especie exótica. Es, de cualquier forma, muy complejo, discriminar su influencia de otros factores ecológicos (abióticos y bióticos) y antrópicos.

Predecir los efectos del cambio climático sobre las EEI es difícil, debido a la complejidad de los factores que intervienen e interactúan entre sí, y que afectan a todas las fases del proceso de invasión, a los patrones de comportamiento humano, a las especies y a los ecosistemas. Además, la escasez de estudios llevados a cabo en España que relacionen las EEI con el cambio climático no consiente ir más allá del campo especulativo, permitiendo únicamente avanzar hipótesis que deberían confirmarse mediante investigaciones *ad hoc*, llevadas a cabo caso por caso.

El cambio climático predicho para España como resultado de un calentamiento global muestra una tendencia general a un aumento de las temperaturas (tanto en el medio terrestre como en el marino o dulceacuícola), una estación cálida más prolongada, unos inviernos más suaves y una disminución de la precipitación.

Estos cambios pueden generar nuevas oportunidades para que especies exóticas expandan su rango actual de distribución.

Es esperable que especies que actualmente ven limitada su distribución debido a un clima relativamente severo tengan más oportunidades para establecerse y llegar a ser invasoras bajo condiciones más favorables o debido a que especies nativas se vean perjudicadas por los cambios en el clima.

Es posible que los impactos de las EEI no sean homogéneos en todos los ecosistemas.

Los ecosistemas más vulnerables al cambio climático, que coinciden en el caso de las islas y de los ecosistemas aislados con los más indefensos a las invasiones biológicas, sufrirán posiblemente las consecuencias más negativas.

Identificar estas áreas y emprender en ellas iniciativas de gestión para prevenir nuevas introducciones y mitigar el impacto de EEI ya establecidas es una prioridad ineludible. Igualmente debería evaluarse el potencial invasor de las especies naturalizadas que podría desencadenarse directa o indirectamente por los efectos del cambio climático.

Por otro lado, los ecosistemas que presentan un mayor número de especies exóticas e invasoras podrían tener mayor probabilidad de que alguna de ellas encontrara una situación más favorable para prosperar y expandirse.

El carácter temporal de cualquier diagnóstico en esta materia queda patente si se tiene en cuenta que el ritmo de las introducciones de especies exóticas tiende al alza. Se impone, por tanto, la necesidad de un estudio exhaustivo sobre vías de entrada y de cómo éstas puedan cambiar en función cambio climático.

Las querencias de sectores concretos (introducciones intencionales) o el azar (introducciones accidentales) proporcionan la ocasión para introducir especies exóticas más adaptables al neoclima lo cual podría constituir un auténtico desastre para la biodiversidad autóctona.

Pese a su relevancia la información sobre el grado de invasión de los hábitats es muy fragmentaria y heterogénea, tanto en

calidad como en escala geográfica. Los estudios disponibles indican que los hábitats terrestres antropizados, las masas de agua continental y las zonas costeras son los más invadidos.

En España, la costa mediterránea y las zonas que han sufrido una transformación antrópica, las que se muestran como lo que algunos autores llaman 'puntos calientes' de especies invasoras.

Intervenir en estos ámbitos que actúan como focos de dispersión de EEI es prioritario para limitar su expansión e impacto. No obstante, y con independencia del número de EEI presentes, es preciso intervenir también en aquellas áreas y/o hábitats y/o ecosistemas caracterizados por altos valores de biodiversidad (presencia de endemismos, especies amenazadas, etc.).

Sin embargo, pese a los numerosos trabajos científicos que tratan la distribución de especies autóctonas amenazadas y singulares, durante la realización del presente informe, no se han encontrado estudios (con alguna excepción relativa a especies concretas) que, a escala nacional, relacionen datos de áreas con alto valor de biodiversidad y presencia de EEI.

La elaboración de un listado de áreas con altos valores de biodiversidad más vulnerables a las EEI podría ciertamente constituir una importante herramienta a la hora de priorizar actuaciones de gestión y optimizar los recursos disponibles.

Para su realización es preciso poner en marcha un estudio cuya función principal será cruzar datos relativos a la distribución geográfica e impactos de las EEI con aquellos referentes a especies autóctonas valiosas desde la perspectiva de la conservación.

La integración de estos datos con las proyecciones climáticas podrá finalmente abastecer una previsión sobre la vulnerabilidad de éstas áreas a las invasiones biológicas bajo los efectos del cambio climático.

5. PROPUESTA PRELIMINAR DE EEI DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN PRIORITARIA

Se proponen dos listados preliminares de EEI (establecidas y no) susceptibles de verse favorecidas por los efectos del cambio climático elaborados en función de los siguientes criterios:

- i. Especies de todos los tipos de hábitats, incluyendo las especies marinas, terrestres y dulceacuícolas.
- ii. Especies clasificadas como de alta prioridad por el impacto generado en territorio español.
- iii. Especies que hayan sido clasificadas dentro de las ‘100 especies más dañinas en Europa’ por el DAISIE o a nivel mundial por el ISSG/UICN.
- iv. Especies que hayan tenido o tengan una rápida expansión en países vecinos (Francia, Portugal, Andorra) así como en otros países de similares características.
- v. Especies que, en base a sus mapas de distribución y otra documentación científica, parezcan tener limitada su distribución por el clima.
- vi. Especies que generen un daño ecológico constatado (a una o más especies o procesos), o bien que pueda llegar a producirlo.
- vii. Especies que presenten riesgo de dispersión y daño subsiguiente hacia otros puntos geográficos o biotopos cercanos.

Listado preliminar de EEI establecidas:

Algas

- *Womersleyella setacea*
- *Bonnemaisonia hamifera*
- *Sargassum muticum*

- *Caulerpa racemosa* var.
cylindracea

Hongos

- *Seiridium cardinale*

Helechos

- *Azolla filiculoides*

Plantas

- *Spartina densiflora*
- *Eichhornia crassipes*
- *Gomphocarpus fruticosus*
- *Baccharis halimifolia*
- *Reynoutria japonica*
- *Robinia pseudoacacia*

Invertebrados no artrópodos

- *Alexandrium catenella*

Moluscos

- *Dreissena polymorpha*
- *Pomacea canaliculata*

Crustáceos

- *Procambarus clarkii*
- *Eriocheir sinensis*

Insectos

- *Aedes albopictus*
- *Linepithema humile*

Reptiles

- *Trachemys scripta*

Aves

- *Psittacula krameri*

Mamíferos

- *Myocastor coypus*
- *Procyon lotor*

Listado preliminar de EEI no establecidas

Plantas

- *Hedychium gardnerianum*
- *Heracleum mantegazzianum*

Invertebrados no artrópodos

- *Rhopilema nomadica*

Mamíferos

- *Tamias sibiricus*
- *Nyctereutes procyonoides*

La información disponible para cada EEI seleccionada constituye un importante punto de partida.

No obstante, se considera imprescindible realizar un análisis en detalle de la misma con el fin de solventar eventuales lagunas teniendo en cuenta los requerimientos del proyecto.

Tanto los criterios propuestos como el propio listado, susceptible de modificaciones y/o actualizaciones por su carácter no definitivo, deberán ser revisados por un equipo formado por expertos en cambio climático e invasiones biológicas a fin de garantizar una correcta interpretación de los parámetros climáticos cambiantes y de los requerimientos ecológicos de las especies. Asimismo, de cara a la gestión de las EEI, se considera imprescindible incorporar en los sistemas de análisis datos relativos a factores antrópicos y a la estructura del espacio que puedan influir en el proceso de invasión.



Figura 10. Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*). (Foto GEIB)

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO POTENCIAL DE LAS EEI BAJO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las EEI, además de infligir graves impactos en los ecosistemas, alteran también sus funciones, procesos y servicios de los que depende el bienestar humano. Mientras que el impacto ecológico de las EEI es el más documentado, hay escasa información sobre su impacto socio-económico (costes directos e indirectos).

Recientes estudios llevados a cabo en el contexto de la Unión Europea han proporcionado una primera cuantificación económica del impacto de las EEI estimado en torno a 12.000 millones de euros al año.

No obstante, esta cifra no refleja la realidad siendo una subestimación significativa de la misma.

La información sobre los costes que las EEI están causando en España es escasa y dispersa y, como en el caso europeo, se trata de una infravaloración de la realidad que tampoco contempla los costes derivados de la pérdida de los servicios de los ecosistemas.

Debido a la falta de información básica sobre su impacto económico (incluida la valoración de los daños sobre los servicios proporcionados por los ecosistemas) y de proyecciones de la futura distribución de las EEI bajo los efectos del cambio climático, y al desconocimiento de la respuesta de los sectores productivos al cambio climático, tan sólo se pueden avanzar conjeturas sobre su impacto socio-económico bajo diferentes condiciones climáticas.

Sobre la base de los impactos previstos del cambio climático en la Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por Efecto del Cambio y en el Plan Nacional de Adaptación y manteniendo la misma clasificación sectorial, se han planteado las siguientes hipótesis:

1) Costes más elevados en la gestión de EEI, puesto que podría amplificarse el impacto de las invasiones y los actuales métodos de control podrían ser ineficaces con el nuevo clima.

2) La futura reducción de recursos hídricos podrá aumentar la demanda de agua y dar pie a la construcción de infraestructuras que podrían ser utilizadas por las EEI como vías de dispersión.

3) La pérdida de productividad forestal por los efectos del cambio climático y por el incremento de plagas podría aventajar a las EEI y/o ser compensada por el sector maderero con el uso de especies vegetales exóticas más eficientes y resistentes en las nuevas condiciones.

4) Asimismo, la necesidad de compensar las emisiones industriales de gases de efecto invernadero podría fomentar la expansión e introducción de monocultivos de especies exóticas de crecimiento rápido.

5) En el sector agrícola y ganadero, malas hierbas, plagas y enfermedades exóticas podrían provocar importantes daños económicos.

6) En zonas costeras la adaptación de las actividades humanas podría generar una redistribución de las EEI establecidas y favorecer nuevas invasiones.

7) Posibles cambios en la gestión de especies exóticas de peces así como cinegéticas con comportamiento invasor en las nuevas condiciones climáticas, podrían disparar el número de introducciones ilegales, de repoblaciones con especies y/o genotipos alóctonos, y generar una demanda de especies alternativas.

8) El desplazamiento de las barreras climáticas a mayores altitudes incrementará las posibilidades de invasión (sobre todo de plantas) en zonas de montaña, afectando también a las áreas adyacentes a menor altitud.

9) Particularmente preocupante será la colonización del suelo desertizado y

empobrecido por parte de plantas exóticas invasoras.

10) Asimismo se podrían introducir especies exóticas en tierras marginales para contrarrestar la pérdida de carbono del suelo.

11) Los cambios en el ecosistema marino harán más frecuentes la aparición de mareas rojas y de parásitos de especies cultivadas.

12) Los cultivos marinos no subsidiados con alimento podrán verse afectados por la reducción de la productividad marina.

13) Por otro lado, las condiciones cambiantes podrán generar la demanda de especies exóticas más adaptables para su cultivo con el consiguiente riesgo de escapes al medio natural.

14) El remodelamiento de las actuales infraestructuras y la construcción de nuevas, sobre todo en el ámbito portuario, podrán generar nuevas dinámicas de invasión.

15) Es previsible un aumento de los gastos sanitarios directos y en el campo de la prevención epidemiológica puesto que se prevé un incremento en la incidencia de las zoonosis y una mayor virulencia de parásitos.

16) En el sector energético uno de los mayores riesgos de cara al futuro deriva de la potenciación del desarrollo de sistemas de cultivo de biocombustibles que podrían promover la introducción de EEI.

17) En el sector del turismo los efectos del cambio climático modificarán la demanda y la oferta de nuevos destinos turísticos generando una redistribución de los puntos con alto riesgo de entrada de EEI.

18) El incremento de plagas y enfermedades agrícolas podrá conllevar a la redefinición de las características de los seguros colectivos.

19) En ambientes urbanos el mantenimiento de las zonas verdes podría promover la introducción de especies vegetales exóticas más

adaptables al neo-clima mientras que especies ya presentes podrían volverse invasoras.

20) Asimismo, se podrían introducir nuevas especies-mascotas exóticas más adaptables, mientras que aquellas que ya se encuentran en estado libre aunque confinadas en los ambientes urbanos podrían expandir su área de distribución.

21) El comercio será particularmente afectado por el cambio climático sufriendo importantes alteraciones en los mercados, rutas y tipo de mercancías.

Frente a estas hipotéticas previsiones es recomendable: **1)** construir una base de información recolectando los datos disponibles sobre los daños generados por las EEI en la actualidad, **2)** investigar sobre el impacto socio-económico de las EEI derivado de la pérdida de servicios de los ecosistemas y sobre las respuestas de los diferentes sectores al cambio climático y, **3)** analizar en última fase la evolución de su impacto socio-económico bajo los efectos del cambio climático con el fin de establecer opciones de gestión.