

Ecología de las invasiones: una visión multidisciplinar para una problemática común

Jonatan Rodríguez^{1,*} , Luís González^{2,3} 

- (1) CRETUS, Departamento de Biología Funcional, Facultad de Biología, Universidade de Santiago de Compostela, 15782, Santiago de Compostela, España.
- (2) Universidade de Vigo, Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo, Facultade de Bioloxía, Campus Lagoas-Marcosende s/n, 36310, Vigo, España.
- (3) Centro de Investigación Interuniversitario das Paisaxes Atlánticas Culturais (CISPAC), Cidade da Cultura S/N, Santiago de Compostela, España.

* Autor para correspondencia / Corresponding author: Jonatan Rodríguez [jon.rodriguez.parra@gmail.com]

> Recibido / Received: 09/12/2025 – Aceptado / Accepted: 12/12/2025

Cómo citar / How to cite: Rodríguez, J., González, L. 2025. Ecología de las invasiones: una visión multidisciplinar para una problemática común. *Ecosistemas* 34(3): 3162. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3162>

La aceleración del comercio marítimo y de las redes logísticas globales, así como el movimiento de personas, ha multiplicado la translocación accidental e intencionada de especies exóticas (Seebens et al. 2017). Históricamente, las crónicas de navegantes y naturalistas de los siglos XVIII y XIX ya registraban introducciones de especies fuera de su área nativa, pero fue Charles S. Elton (1958) quien sistematizó por primera vez este fenómeno como campo de estudio en su obra *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. El avance de la globalización ha incrementado significativamente la introducción de especies invasoras a escala mundial (Meyerson y Mooney 2007), impulsado principalmente por el crecimiento del comercio y los desplazamientos internacionales de bienes y personas (Rodríguez et al. 2024b). Las redes de transporte facilitan las vías de entrada para múltiples organismos que pueden ocultarse entre mercancías, materiales de embalaje, agua de lastre o gracias al tránsito de pasajeros, permitiéndoles superar barreras geográficas naturales y dando lugar a invasiones cada vez más frecuentes (Early et al. 2016). Se estima que, hasta la fecha, los seres humanos han introducido más de 37 000 especies exóticas invasoras en distintos ecosistemas del planeta (IPBES 2023), de las cuales muchas están generando impactos severos tanto dentro como entre ecosistemas (Peller y Altermatt 2024).

Actualmente, las invasiones biológicas se han consolidado como uno de los principales problemas para la biodiversidad a escala global (IPBES 2023). Junto con la aceleración del cambio climático, la contaminación, la degradación de hábitats y la sobreexplotación, las especies exóticas invasoras constituyen uno de los principales motores de cambio de los ecosistemas impulsados especialmente por las actividades humanas (Jaureguiberry et al. 2022). Estudios recientes destacan que estas presiones antropogénicas alteran de manera significativa la composición de las comunidades y reducen la diversidad local, tanto en ecosistemas terrestres como acuáticos (Keck et al. 2025). Todo ello incrementa la vulnerabilidad y disminuye la resiliencia de los ecosistemas, generando condiciones que favorecen a las especies invasoras en detrimento de las autóctonas (Flickinger y Dukes 2024). Al mismo tiempo, las invasiones biológicas pueden alterar los regímenes de perturbación que se pueden dar de forma natural (p. ej., mayor frecuencia de incendios e inundaciones), lo que deja disponible nichos y crea oportunidades de recursos que pueden ser rápidamente aprovechados por especies oportunistas como las especies invasoras (Diez et al. 2012).

Los componentes del cambio global, y en particular las invasiones biológicas, son una amenaza real para la conservación de muchas especies, especialmente aquellas que se encuentran actualmente amenazadas (Niederman et al. 2025). Está documentado que las invasiones biológicas contribuyen al declive acelerado de diversos organismos, como por ejemplo los insectos, afectando a polinizadores y otros grupos funcionales esenciales para la producción agrícola y el mantenimiento de las redes tróficas (Rodríguez et al. 2024a). En consecuencia, las invasiones alteran gravemente funciones de los ecosistemas como la regulación del ciclo de los nutrientes, la reducción de la capacidad de regulación hídrica y afectan a la estabilidad de las comunidades, disminuyendo su resiliencia frente a perturbaciones (Peller y Altermatt 2024). Estos cambios funcionales, sumados a la presión sobre las especies autóctonas, ponen en riesgo la integridad ecológica y la provisión de servicios esenciales para el bienestar humano (Pejchar y Mooney 2009). Todo esto se traduce en un alto coste ecológico pero también económico, debido a los daños que se producen en diversos sectores y aspectos como, p. ej., agricultura, infraestructuras, silvicultura, pesca, sanidad animal, sanidad humana, así como a los gastos derivados de su control y erradicación (Diagne et al. 2021; Novoa et al. 2021).

Diez años después del monográfico sobre invasiones biológicas editado por Alonso y Castro-Diez (2015), se han logrado avances considerables en investigación, legislación y gestión de especies exóticas invasoras a nivel global. Algunos de estos

progresos se revisan en el artículo de [Castro-Díez et al. \(2025\)](#) para el caso de España, donde se destacan acciones relevantes en la última década. A pesar de ello, numerosos autores alertan sobre la necesidad de mejorar la implementación de normas de bioseguridad y garantizar el cumplimiento efectivo de las estrategias de gestión ([Pyšek et al. 2020](#)). Con la edición de este monográfico, nuestro propósito es destacar la importancia y utilidad de estudiar las invasiones biológicas, en un contexto actual. También la necesidad de hacer frente a una problemática común desde diferentes ámbitos de conocimiento, perspectivas y metodologías aplicadas a diversos organismos invasores.

Este monográfico presenta enfoques multidisciplinarios que abarcan desde el análisis de factores como el cambio climático hasta la revisión de herbarios históricos, ejemplos de éxito en la gestión de algunas especies invasoras y la aplicación de la iEcología, con el objetivo de avanzar en el conocimiento sobre las invasiones biológicas. Se incluyen nueve artículos de investigación y siete artículos de revisión que abordan diversos grupos taxonómicos (especies animales y vegetales), tanto en ecosistemas terrestres como acuáticos, en distintas regiones del mundo. Nuestra intención es que este monográfico resulte de interés tanto para especialistas como para el público en general.

De lo específico a lo común en clave multidisciplinar

El estudio de las invasiones biológicas ha estado tradicionalmente marcado por la especialización. Cada disciplina aportaba conocimientos valiosos, pero de manera aislada, lo que generaba respuestas fragmentadas ante un problema complicado. Hoy, la creciente magnitud y diversidad de las invasiones (organismos de distintos grupos taxonómicos, múltiples ecosistemas, vías de entrada complejas, marcos normativos heterogéneos, etc.) exige un cambio hacia un enfoque multidisciplinar, en el que la integración de conocimientos y herramientas constituya la base para establecer estrategias adaptativas frente a un fenómeno cambiante y, a menudo, dependiente del contexto ([Catford et al. 2022](#)).

Cambio climático

El aumento de las temperaturas y el desplazamiento de las zonas climáticas debido al cambio climático permiten que numerosas especies exóticas oportunistas ocupen nichos vacíos y expandan su área de distribución a un ritmo superior al de las autóctonas, lo que les confiere una ventaja competitiva en la colonización de nuevos hábitats ([Bradley et al. 2024](#)). Otros factores de estrés, como las sequías prolongadas y las olas de calor, también podrían debilitar la resistencia biótica al provocar la mortalidad de especies con menor plasticidad a cambios repentinos, reduciendo barreras frente a nuevas invasiones ([Sanders et al. 2025](#)). Asimismo, el incremento del CO₂ atmosférico y los cambios en los patrones de precipitación favorecen el crecimiento acelerado de especies vegetales invasoras, facilitando su propagación ([Finch et al. 2021](#)). En conjunto, estos procesos incrementan el riesgo de establecimiento de especies invasoras en un contexto de calentamiento global.

Para anticipar estos riesgos, resulta prioritario profundizar en el estudio de las preferencias ecofisiológicas (incluyendo la tolerancia térmica) de las especies invasoras en distintos niveles poblacionales. De hecho, estos aspectos ya se están abordando en algunas especies de plantas, como las del género *Carpobrotus*. En este sentido, el artículo publicado en este monográfico de [Ruiz-Veloz y Roiloa \(2025\)](#) destaca que la uña de gato (*Carpobrotus* spp.) es capaz de crecer en ambientes de baja disponibilidad hídrica y, al mismo tiempo, muestra una elevada dependencia de la luz. Esta información ya no solo es de vital importancia para poder avanzar en el conocimiento sobre la potencial distribución de las especies de *Carpobrotus*, sino que también es una invitación a explorar y avanzar en el conocimiento de la distribución potencial de otras especies invasoras con diferentes características.

En el artículo de [Lázaro-Lobo et al. \(2025\)](#), y en el mismo sentido que en el anterior trabajo se muestra que la hierba de la Pampa (*Cortaderia selloana*) se establece preferentemente en ramblas de ribera en su área de origen, lo que explica su rápida adaptación a áreas recientemente alteradas por los humanos, tanto en su área de distribución nativa como en las introducidas. Los autores sugieren que el estrés hídrico del suelo sería el principal factor limitante para esta especie y determina el hábitat que ocupa, lo que podría ser relevante ante los posibles escenarios de cambio climático.

Herbarios, taxonomía clásica y herramientas genéticas

La documentación clásica sobre las citas y colecciones de las primeras introducciones de especies se ha apoyado históricamente en herbarios y colecciones de naturalistas ([Heberling et al. 2019](#)). Estos materiales han permitido (y siguen permitiendo) reconstruir el proceso de expansión en diferentes territorios y hacer un seguimiento de los rangos de distribución históricos a lo largo del tiempo. Por ello, tienen una gran utilidad y potencial para el estudio de las invasiones biológicas, ya que sirven de referencia para quien desee consultarlo. Como destaca uno de los artículos de este monográfico, los herbarios también constituyen fuentes esenciales de información para abordar tanto la caracterización genética de las especies como la detección de enemigos naturales asociados, que pudieron ser introducidos junto con sus plantas hospedadoras ([Moreno y Fagúndez 2025](#)).

También puede ocurrir que la identificación de ciertas especies sea objeto de debate debido a complejos procesos de hibridación ([Novoa et al. 2023](#)), o incluso porque su origen sea incierto, como en las denominadas especies criptogénicas ([Carlton 1996](#)). Para esclarecer estos casos, las nuevas herramientas genéticas se complementan con la taxonomía clásica y los registros históricos para arrojar luz y establecer hipótesis plausibles sobre el origen de una especie. En este monográfico se destaca el paradójico caso del cangrejo de río italiano en la península ibérica. [Clavero et al. \(2025\)](#) resaltan que los datos genéticos, por sí solos, no son suficientes y, por tanto, es necesario garantizar muestreos representativos del acervo genético nativo, priorizar el

análisis de la estructura genética frente a la diversidad o la exclusividad de haplotipos, y contextualizar los resultados en el conocimiento existente para poder determinar el origen de una especie.

Por otro lado, los avances en secuenciación genética se han consolidado como una herramienta útil en estudios del microbioma de los ecosistemas, tanto para evaluar el impacto de las especies invasoras en sistemas acuáticos y terrestres, como para detectar rastros de ADN ambiental de especies cuya presencia no estaba previamente documentada (Thomsen y Willerslev, 2015). En esa línea, en este monográfico se presenta el trabajo elaborado por Rodríguez-Caballero et al. (2025) donde se exponen las implicaciones del uso de técnicas de secuenciación masiva para estudiar cómo las plantas invasoras afectan a la composición, estructura y funcionalidad del microbioma rizosférico. Los autores muestran que las especies invasoras que han estudiado pueden alterar la composición y estructura de las comunidades de bacterias y hongos saprófitos promoviendo una microbiota con características funcionales diferenciadoras.

Corredores ecológicos y singularidad biogeográfica

A escala global se han identificado numerosos espacios singulares considerados puntos calientes de biodiversidad (*hotspots*), muchos de los cuales están constituidos por islas. Las islas, por su aislamiento, alto número de endemismos y elevada especialización, figuran entre los ecosistemas más vulnerables a las invasiones biológicas (Whittaker y Fernández-Palacios, 2006). Esta singularidad exige un esfuerzo continuo de investigación, prevención y mitigación para afrontar sus posibles amenazas como señalan Muñoz-Gallego et al. (2025) en su artículo dentro de este monográfico. Estos autores muestran que la introducción de especies puede alterar los rasgos funcionales de las comunidades de dos maneras: (i) incrementándolos, al incorporar nuevos rasgos al ecosistema; o (ii) reduciéndolos, cuando los rasgos añadidos son redundantes respecto a los de las especies nativas. Cabe destacar que, aunque las especies introducidas suelen causar disrupciones ecológicas, en algunos casos pueden llegar a reemplazar funcionalmente a especies nativas ya extintas.

Desde una perspectiva continental, la península ibérica y su entorno actúan como corredor Atlántico-Mediterráneo y puente África-Europa. El Estrecho de Gibraltar concentra tráfico y corrientes que facilitan el movimiento de propágulos, favoreciendo la entrada y expansión de organismos procedentes de otras regiones. Además, a lo largo de la costa peninsular, el tráfico marítimo es un vector clave: el agua de lastre y la incrustación biológica (*biofouling*) trasladan plancton, invertebrados, algas y patógenos a escala intercontinental. Este escenario supone un alto riesgo para los ecosistemas nativos, por lo que se requiere tomar medidas de protección como la intensificación de la vigilancia costera y mejorar los controles en puertos y marinas, que ya se están implementando en otros países como en Australia (Hewitt et al. 2025). A pesar de que se ha mejorado en la prevención en los últimos años, las medidas aplicadas no han sido suficientes. De hecho, en esta última década hemos vivido la expansión de la macroalga parda *Rugulopteryx okamurae* a lo largo de las costas de la península ibérica. En el artículo publicado por De La Rosa Álamos et al. (2025), dentro de este monográfico, se insta a que las políticas de gestión costera integren programas permanentes de prevención, detección precoz, erradicación y control, y que sean coordinadas entre las diferentes administraciones. En casos como este, la coordinación y la rapidez de respuesta son claves para minimizar los impactos ecológicos y socioeconómicos.

Ligado a la heterogeneidad biogeográfica, también pueden darse procesos evolutivos rápidos en especies introducidas, con una magnitud de unas pocas décadas después de su introducción. Un ejemplo de esto es el caso de la hormiga argentina *Linepithema humile*, que presenta introducciones documentadas en Europa tanto en islas como en el continente, donde ha logrado fundar poblaciones estables. En este monográfico se aborda las posibles divergencias poblacionales por especiación alopátrica de la hormiga argentina entre territorios insulares y continentales (Fraga-Cimadevila et al. 2025). Los autores de este trabajo analizan rasgos fenotípicos ligados al potencial invasor y a procesos adaptativos (morfología y comportamiento de las obreras), así como la tasa de mortalidad en enfrentamientos entre obreras de las colonias muestreadas.

Conocer para gestionar en un contexto de cambio global

La gestión eficaz de las invasiones biológicas exige combinar el conocimiento taxonómico y ecológico con marcos legales claros y herramientas analíticas que anticipen posibles riesgos. Por ello, es esencial la coordinación entre especialistas, gestores y la administración, que debe sustentarse en estrategias conjuntas y en protocolos de intervención debidamente elaborados (p. ej., alerta y detección temprana, medidas de acción urgentes, planes de control y, si fuera posible, métodos de erradicación). Conocer las vías de entrada y disponer de inventarios fiables de especies es el primer paso para establecer las bases de cualquier protocolo de gestión.

Una vía habitual de introducción de especies ornamentales o domésticas es el uso de árboles exóticos en parques y jardines de zonas urbanas, algunas de las cuales con el tiempo se han convertido en verdaderos problemas ambientales. Por tanto, es imperativo clasificar, caracterizar y evaluar los riesgos asociados al uso de arbolado exótico, y estudiar qué rasgos favorecen la introducción y el establecimiento de especies potencialmente invasoras. En esta línea, en el artículo de Morón-López y Vilà (2025) se describen los rasgos y características de especies leñosas ornamentales cultivadas en parques de 27 ciudades de la España peninsular, donde se comparan sus rasgos estéticos según su origen y su grado de invasión.

Otra vía habitual de introducción de plantas se asocia al comercio de semillas agrícolas, escapes accidentales o la llegada de organismos como polizones como documentan Sohrabi et al. (2025). En este trabajo los autores muestran diversos impactos de las gramíneas invasoras sobre los cultivos y los ecosistemas iraníes usando la herramienta EICAT-IUCN (www.iucn.org) para categorizar y priorizar qué especies son las más dañinas. Esta herramienta se basa en una evaluación objetiva y global en la que la categoría asignada a una especie se basa en su mayor impacto registrado (histórico) o en su mayor impacto observado

en la actualidad. Este tipo de herramientas son útiles para priorizar y focalizar esfuerzos y recursos en aquello que causa mayor impacto, siendo esencial para la toma de decisiones (Kumschick et al. 2024).

Una vez priorizadas las especies a gestionar y elegidos los métodos de control adecuados, es importante poder tener referencias del estado ecológico del antes y el después de las actuaciones. Este tipo de diseños permiten el poder evaluar la efectividad y eficiencia de los métodos de control seleccionados para la erradicación de especies invasoras. Una herramienta útil para este tipo de diseños es la metodología BACI (*Before-After-Control-Impact*) que permite examinar tanto el impacto de la especie invasora (momento previo a la intervención) como el efecto de los tratamientos aplicados (pasado un tiempo tras la intervención), añadiendo lugares de referencia de zonas invadidas y no invadidas como control (Underwood 1993). En el trabajo de González-Outeiriño et al. (2025) se utiliza esta metodología para comparar los efectos del corte mecánico y la retirada manual con el objetivo de erradicar la planta invasora *Tradescantia fluminensis*, utilizando como bioindicadores tanto la comunidad vegetal como la comunidad artrópodos epígeos, comparando a su vez zonas nativas e invadidas como referencia.

Soluciones emergentes

El creciente interés en la aplicación de la inteligencia artificial ha impulsado un notable aumento de las publicaciones científicas indexadas en los últimos años sobre este ámbito, reflejo de su aplicabilidad al monitoreo de la biodiversidad, modelización predictiva climática y gestión de ecosistemas (Han et al. 2025). Estas tecnologías permiten procesar y analizar grandes volúmenes de datos ambientales con mayor eficiencia, fortaleciendo la capacidad para abordar retos ecológicos complejos y respaldar la toma de decisiones basada en evidencias (Hernández et al. 2022). No obstante, también plantean retos para incorporar principios éticos y fortalecer el conocimiento ecológico en su aplicación (Reynolds et al. 2025). Como se detalla en dos artículos de este monográfico, en los últimos años ha aumentado el uso de enfoques analíticos y predictivos basados en inteligencia artificial para optimizar la detección, el seguimiento y la gestión de especies invasoras (Fenollosa y Salguero-Gómez 2025), así como para mejorar los modelos de distribución de especies con alto impacto global como *C. selloana* (Lázaro-Lobo et al. 2025). La integración de técnicas como el aprendizaje automático y el análisis predictivo en los modelos climáticos proporciona un marco robusto para comprender y anticipar la compleja dinámica de las invasiones biológicas.

iEcology, ciencia ciudadana y nuevas herramientas

El análisis de contenidos en redes sociales y las aportaciones a través de la ciencia ciudadana están transformando la gestión de las especies invasoras: potencian la detección temprana, amplían la recopilación de datos, aumentan la concienciación social y mejoran las estrategias de respuesta. La iEcología (disciplina que utiliza datos digitales de plataformas en línea) permite extraer información de redes sociales, imágenes y otras fuentes de internet para identificar nuevos registros de especies invasoras y cartografiar su expansión; siendo una herramienta rápida y de bajo coste que complementa los métodos tradicionales de monitoreo (Jarić et al. 2020; Novoa et al. 2025). Entre sus utilidades destacan la posibilidad de captar las percepciones del público en general a través de *hashtags* en redes sociales e inferir posibles implicaciones para la gestión (Canavan et al. 2025a), o el uso de las imágenes compartidas en redes sociales, que pueden transformarse en datos, para seguir la fenología de especies invasoras, p. ej., picos de floración de plantas a lo largo del tiempo (Canavan et al. 2025b). También permite evaluar el discurso mediático en medios de comunicación, como muestran Pérez-Fernández et al. (2025) en este monográfico. Los autores, en su artículo sobre la avispa asiática *Vespa velutina*, analizan la cobertura de noticias de dos medios de comunicación con el fin de detectar posibles discrepancias entre el enfoque científico y la narrativa sensacionalista.

Por otro lado, la ciencia ciudadana promueve la participación del público en general en el registro y seguimiento de especies invasoras mediante plataformas como iNaturalist o eBird, generando conjuntos de datos de amplia cobertura espacial y temporal que facilitan las alertas tempranas, la elaboración de mapas de distribución detallados y la monitorización a largo plazo (Pocock et al. 2024). La detección temprana a través de la iEcología y observadores ciudadanos representa un elemento de utilidad para la implementación oportuna de medidas de vigilancia, bioseguridad y erradicación (Marchante et al. 2024), permitiendo mitigar los impactos antes de que las invasiones alcancen etapas avanzadas (Encarnação et al. 2021). Sin embargo, no puede dejarse todo de la mano de la ciencia ciudadana, ya que la representatividad de los datos puede estar sesgada. De hecho, un artículo publicado en este monográfico destaca que una mayor densidad poblacional, la proximidad a zonas urbanas y la altitud son los principales factores que explican la distribución de las notificaciones de presencia de nidos de *V. velutina* en Galicia (España), en cambio se subestima la presencia de nidos en zonas boscosas (Lagoa et al. 2025).

La integración de distintos métodos de control ha demostrado ser el enfoque más eficaz para la erradicación o el manejo de especies invasoras (Hess et al. 2024; Núñez-González et al. 2021). Incluir de forma combinada la iEcología, ciencia ciudadana y la modelización ecológica en análisis integrados aumentaría la eficacia del estudio, la detección y el control de invasoras. Un ejemplo de ello, recogido en este monográfico, es la erradicación de *V. velutina* en Mallorca (Islas Baleares, España), donde la combinación de ciencia ciudadana, técnicas de geolocalización para la localización y eliminación de nidos, junto con análisis genéticos y modelización espacial, permitió una respuesta coordinada y eficaz frente a esta invasión (Herrera et al. 2025).

Una mirada al futuro

En los próximos años, la gestión de las especies invasoras estará condicionada por diversos factores interrelacionados. Entre ellos destacan la limitada financiación pública para la prevención y la detección temprana, resultado de una presión social insuficiente y de la escasa concienciación ciudadana; las dificultades técnicas asociadas a la mitigación de impactos ambientales, los elevados costes de control y la falta de coordinación entre las distintas administraciones implicadas (Castro-Díez et al. 2025). A estos desafíos se suman los efectos de la aceleración del cambio climático, que la sociedad actual no ha logrado contener, y

el avance continuo de la globalización, factores que influirán de manera decisiva en las estrategias futuras de estudio y manejo de las especies invasoras. El incremento en el número y diversidad de especies potencialmente invasoras plantea serios desafíos para la detección temprana y la vigilancia, ya que los sistemas de bioseguridad y control fronterizo deben considerar un volumen creciente de movimientos y mercancías, lo que exige mayores recursos para inspección y cuarentena (Reaser et al. 2020). En este contexto, una gestión eficaz exige fortalecer la regulación ambiental para cubrir todos los aspectos de bioseguridad: prevención (incluida la restricción de introducciones deliberadas), detección temprana y diagnóstico, vigilancia posentrada y cuarentenas, capacidades de respuesta rápida y cooperación internacional mediante redes de intercambio de información y programas de certificación (Rodríguez et al. 2024c). En conjunto, estas medidas permiten anticipar, detectar y contener las invasiones antes de su establecimiento y expansión.

Las invasiones biológicas son un desafío global que requiere respuestas basadas en evidencias científicas, cooperación y una preparación técnica sólida. Consideramos que conocer con precisión la identidad de las especies y su comportamiento, así como aplicar un conjunto integrado de herramientas y disciplinas es esencial para inferir su clasificación taxonómica, sus relaciones evolutivas, su ecología y su posible gestión. Esta base de conocimiento permite reconstruir el origen y la historia de las especies y, a la vez, diseñar estrategias de gestión y conservación ajustadas a cada caso. Entre los mayores retos de la próxima década figuran reducir las pérdidas económicas, mitigar la expansión de las especies ya presentes y evitar nuevas introducciones que puedan generar otros nuevos problemas. La reciente creación del [Grupo de Trabajo de Ecología de las Invasiones](#) en el seno de la Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET) supone un primer paso para afrontar este reto en España. Ligado a ese grupo de trabajo nace este monográfico que coordinamos con el propósito de que sea una invitación a reflexionar, debatir y actuar, impulsando estrategias eficaces, fomentando la investigación y fortaleciendo una divulgación rigurosa al servicio de la conservación de la biodiversidad y de la ciudadanía.

Adoptar esta visión integrada no solo mejora la detección temprana y la prevención, sino que reduce costes y aumenta la resiliencia de los ecosistemas. La transición hacia un mundo multidisciplinar no es una opción, sino una necesidad para garantizar la sostenibilidad y la protección de la biodiversidad. De cara al futuro, se prevé la adopción de nuevas tecnologías y el desarrollo de enfoques de modelización híbrida que integren inteligencia artificial con modelos físicos y biológicos. A medida que los modelos predictivos basados en inteligencia artificial se perfeccionen, irán transformando la manera en que investigadores y responsables políticos comprenden y abordan las amenazas asociadas a las especies invasoras, facilitando soluciones de gestión adaptativas y sostenibles. Sin embargo, todo ello debe ir acompañado de la investigación básica más tradicional, en la que botánicos, entomólogos, ecólogos, zoólogos, fisiólogos, etc., continúen siendo la base fundamental para el avance del conocimiento.

Contribución de los autores

Jonatan Rodríguez: conceptualización, redacción – borrador inicial, redacción – revisión y edición; **Luís González:** redacción – borrador inicial, redacción – revisión y edición.

Disponibilidad de datos y código

Este artículo no utiliza conjuntos de datos.

Financiación, permisos requeridos, potenciales conflictos de interés y agradecimientos

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la revista *Ecosistemas* por brindarnos la oportunidad de editar este monográfico. Extendemos también este reconocimiento a todos/as los/as autores/as y revisores/as que han contribuido con generosidad y compromiso, dedicando su tiempo, esfuerzo y conocimiento en la elaboración de este monográfico. Su rigor y dedicación han sido fundamentales para dar forma a este trabajo colectivo, que refleja la pasión compartida por la ciencia y la conservación de la naturaleza. Agradecemos a todo el equipo editorial, que afrontó con paciencia todas las incidencias que les trasladamos y nos acompañó durante todo el proceso con confianza y palabras de aliento. Hacemos una mención especial a las Editoras Jefe, Mercedes Molina Morales y Laura Hernández Mateo, por sus valiosos comentarios, que han contribuido significativamente a mejorar este manuscrito.

Referencias

- Alonso, Á., Castro-Díez, P. 2015. Las invasiones biológicas y su impacto en los ecosistemas. *Ecosistemas* 24(1), 1-3. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2015.24-1.01>
- Bradley, B.A., Beaury, E.M., Gallardo, B., Ibáñez, I., Jarnevich, C., Morelli, T.L., Sofaer, H.R., et al. 2024. Observed and Potential Range Shifts of Native and Nonnative Species with Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 55(1), 23-40. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102722-013135>
- Canavan, S., Pipek, P., Canavan, K., Jarić, I., Healy, K., Lieurance, D., Pattison, Z., et al. 2025b. From habitats to hashtags: Examining online discussions about invasive species. *Ecology and Society* 30(4). <https://doi.org/10.5751/ES-16508-300413>
- Canavan, S., Rodríguez, J., Gervazoni, P., Pipek, P., Le Roux, J.J., Castillo, M.L., Lieurance, D., et al. 2025b. iEcology reveals the importance of geography and genetic makeup in the flowering phenology of invasive *Carpobrotus* taxa. *Ecological Solutions and Evidence* 6(4), e70122. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.70122>
- Carlton, J.T. 1996. Biological Invasions and Cryptogenic Species. *Ecology* 77(6), 1653-1655. <https://doi.org/10.2307/2265767>

- Castro-Díez, P., Alonso, Á., Gallardo, B., Vilà, M., García-Berthou, E., Novoa, A., Angulo, E.G. Calmaestra, R. 2025. Diez años de avances en investigación y gestión de invasiones biológicas en España. *Ecosistemas* 34(3): 2925. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2925>
- Catford, J.A., Wilson, J.R.U., Pyšek, P., Hulme, P.E., Duncan, R.P. 2022. Addressing context dependence in ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 37(2), 158-170. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.09.007>
- Clavero, M., Bedmar, S., Oficialdegui, F.J. 2025. Oportunidades y errores en el uso de la genética para conocer el origen de una especie: El cangrejo italiano en la península ibérica. *Ecosistemas* 34(3): 2892. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2892>
- De La Rosa Álamos, J., Zanolla, M., Rosas-Guerrero, J., Altamirano, M. 2025. Claves para entender las invasiones de macroalgas en el Mar de Alborán: Invasividad e invasibilidad. *Ecosistemas* 34(3): 2957. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2957>
- Diagne, C., Leroy, B., Vaissière, A.-C., Gozlan, R.E., Roiz, D., Jarić, I., Salles, J.-M., et al. 2021. High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature* 592(7855), 571-576. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6>
- Díez, J.M., D'Antonio, C.M., Dukes, J.S., Grosholz, E.D., Olden, J.D., Sorte, C.J., Blumenthal, D.M., et al. 2012. Will extreme climatic events facilitate biological invasions? *Frontiers in Ecology and the Environment* 10(5), 249-257. <https://doi.org/10.1890/110137>
- Early, R., Bradley, B.A., Dukes, J.S., Lawler, J.J., Olden, J.D., Blumenthal, D.M., Gonzalez, P., et al. 2016. Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature Communications* 7, 12485. <https://doi.org/10.1038/ncomms12485>
- Elton, C.S. 1958. *The ecology of invasions by animals and plants*. Chapman and Hall. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-5851-7>
- Encarnação, J., Teodósio, M.A., Morais, P. 2021. Citizen Science and Biological Invasions: A Review. *Frontiers in Environmental Science* 8, 602980. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.602980>
- Fenollosa, E., Salguero-Gómez, R. 2025. IA y Big Data para la biología de invasiones: Descubrir, modelar y predecir las dinámicas poblacionales de las especies invasoras. *Ecosistemas* 34(3): 2933. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2933>
- Finch, D.M., Butler, J.L., Runyon, J.B., Fetting, C.J., Kilkenny, F.F., Jose, S., Frankel, S.J., et al. 2021. Effects of Climate Change on Invasive Species. In: Poland, T.M., Patel-Weynand, T., Finch, D.M., Miniat, C.F., Hayes, D.C., Lopez, V.M. (Eds.), *Invasive Species in Forests and Rangelands of the United States*, pp. 57-83. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45367-1_4
- Flickinger, H.D., Dukes, J.S. 2024. A Review of Theory: Comparing Invasion Ecology and Climate Change-Induced Range Shifting. *Global Change Biology* 30(12), e17612. <https://doi.org/10.1111/gcb.17612>
- Fraga-Cimadevila, B.M., Cordero-Rivera, A., Sanmartín-Villar, I. 2025. ¿Se fragmenta la supercolonia? Diferencias morfológicas y de comportamiento entre poblaciones insulares y continentales de la hormiga argentina (*Linepithema humile*). *Ecosistemas* 34(3): 2915. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2915>
- González-Outeiriño, F., Loira-García, A., Retuerto, R., Rodríguez, J. 2025. Control mecánico de la planta invasora *Tradescantia fluminensis*: Efectos sobre la vegetación ribereña y los artrópodos epigeos. *Ecosistemas* 34(3): 3078. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3078>
- Han, H., Yuan, X., Zhang, Y., Jian, Y. 2025. Application of Artificial Intelligence in Ecosystem Services Research: Current Status, Challenges, and Prospects. *Contemporary Problems of Ecology* 18(4), 589-602. <https://doi.org/10.1134/S1995425525700246>
- Heberling, J.M., Prather, L.A., Tonsor, S.J. 2019. The changing uses of herbarium data in an era of global change: An overview using automated content analysis. *BioScience* 69(10), 812-822. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz094>
- Hernández, L., Álvarez-Martínez, J.M., Gómez Almaraz, C., Sánchez De Dios, R., Jiménez Alfaro, B., Álvarez-Taboada, F. 2022. Seguimiento de la biodiversidad en la era del Big Data. *Ecosistemas* 34(3): 31(3), 2450. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2450>
- Herrera, C., Jurado-Rivera, J.A., Leza, M. 2025. Invasión de *Vespa velutina* en la isla de Mallorca (Islas Baleares, España): Un enfoque multidisciplinar para la gestión de esta especie exótica invasora. *Ecosistemas* 34(3): 2939. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2939>
- Hess, M.C.M., Samways, M.J., Buisson, E. 2024. Reconciling invasive alien species management and insect conservation in terrestrial ecosystems. In: J. Rodríguez, P. Pyšek, A. Novoa (Eds.), *Biological Invasions and Global Insect Decline*, Chapter Ten, pp. 259-289. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99918-2.00010-0>
- Hewitt, M., Ackermann, F., Harvey, E., McDonald, J. 2025. Ports' motivations for implementing Introduced Marine Species surveillance. *Management of Biological Invasions* 16(4), 961-989. <https://doi.org/10.3391/mbi.2025.16.4.05>
- IPBES. 2023. *Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Roy, H.E., Pauchard, A., Stoett, P., Renard T., (Eds.) Versión 4. IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11629357>
- Jarić, I., Correia, R.A., Brook, B.W., Buettel, J.C., Courchamp, F., Di Minin, E., Firth, J.A., et al. 2020. iEcology: Harnessing large online resources to generate ecological insights. *Trends in Ecology & Evolution* 35(7), 630-639. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.03.003>
- Jaureguiberry, P., Titeux, N., Wiemers, M., Bowler, D.E., Coscieme, L., Golden, A.S., Guerra, C.A., et al. 2022. The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science Advances* 8(45), eabm9982. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abm9982>
- Keck, F., Peller, T., Alther, R., Barouillet, C., Blackman, R., Capo, E., Chonova, T., et al. 2025. The global human impact on biodiversity. *Nature* 641(8062), 395-400. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08752-2>
- Kumschick, S., Bertolino, S., Blackburn, T.M., Brundu, G., Costello, K.E., De Groot, M., Evans, T., et al. 2024. Using the IUCN Environmental Impact Classification for Alien Taxa to inform decision-making. *Conservation Biology* 38(2), e14214. <https://doi.org/10.1111/cobi.14214>
- Lagoa, A., Villar, I., Rojas-Nossa, S.V., Kennedy, P.J., Mato, S., Garrido, J. 2025. Factors affecting the distribution of *Vespa velutina* reported nests: A management approach. *Ecosistemas* 34(3): 2987. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2987>
- Lázaro-Lobo, A., Giorgis, M.A., Jiménez-Alfaro, B. 2025. Preferencias de hábitat de *Cortaderia selloana* en su área nativa de distribución en Argentina. *Ecosistemas* 34(3): 2855. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2855>
- Marchante, E., López-Núñez, F.A., Duarte, L.N., Marchante, H. 2024. The role of citizen science in biodiversity monitoring: When invasive species and insects meet. In: J. Rodríguez, P. Pyšek, A. Novoa (Eds.), *Biological Invasions and Global Insect Decline*, Chapter Eleven pp. 291-314. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99918-2.00011-2>
- Meyerson, L.A., Mooney, H.A. 2007. Invasive alien species in an era of globalization. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(4), 199-208. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5%255B199:IASIAE%255D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5%255B199:IASIAE%255D2.0.CO;2)
- Moreno, T., Fagúndez, J. 2025. Historia de una invasión: Presencia y representatividad de *Cortaderia selloana* en los herbarios ibéricos. *Ecosistemas* 34(3): 3014. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3014>
- Morón-López, R., Vilà, M. 2025. Relación entre los rasgos estéticos de plantas leñosas ornamentales y su origen. *Ecosistemas* 34(3): 2900. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2900>
- Muñoz-Gallego, R., Correia, M., Costa, A., Donoso, I., Hervías-Parejo, S., Mielles, A., et al. 2025. Islas: Los ecosistemas más vulnerables a las invasiones biológicas. *Ecosistemas* 34(3): 2947. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2947>

- Niederman, T.E., Aronson, J.N., Gainsbury, A.M., Nunes, L.A., Dreiss, L.M. 2025. US Imperiled species and the five drivers of biodiversity loss. *BioScience* 75(7), 524-533. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaf019>
- Novoa, A., Moodley, D., Catford, J.A., Golivets, M., Bufford, J., Essl, F., Lenzner, B., et al. 2021. Global costs of plant invasions must not be underestimated. *NeoBiota* 69, 75-78. <https://doi.org/10.3897/neobiota.69.74121>
- Novoa, A., Hirsch, H., Castillo, M.L., Canavan, S., González, L., Richardson, D.M., Pyšek, P., et al. 2023. Genetic and morphological insights into the *Carpobrotus* hybrid complex around the world. *NeoBiota* 89, 135-160. <https://doi.org/10.3897/neobiota.89.109164>
- Novoa, A., Jarić, I., Pipek, P., Pyšek, P. 2025. Culturomics and iEcology provide novel opportunities to study human and social dimensions of alien species introductions. *Trends in Ecology & Evolution* 40(1), 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2024.08.012>
- Núñez-González, N., Rodríguez, J., González, L. 2021. Managing the invasive plant *Carpobrotus edulis*: Is mechanical control or specialized natural enemy more effective? *Journal of Environmental Management* 298, 113554. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113554>
- Pejchar, L., Mooney, H.A. 2009. Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology and Evolution* 24(9), 497-504. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.016>
- Peller, T., Altermatt, F. 2024. Invasive species drive cross-ecosystem effects worldwide. *Nature Ecology & Evolution* 8(6), 1087-1097. <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02380-1>
- Pérez-Fernández, F., Cortés-Vázquez, J.A., Servia, M.J. 2025. El avispon invasor: El discurso sobre *Vespa velutina* en los medios de comunicación e implicaciones para su gestión. *Ecosistemas* 34(3): 3010. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3010>
- Pocock, M.J.O., Adriaens, T., Bertolino, S., Eschen, R., Essl, F., Hulme, P. E., Jeschke, J. M., et al. 2024. Citizen science is a vital partnership for invasive alien species management and research. *iScience* 27(1), 108623. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108623>
- Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., et al. 2020. Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews* 95(6), 1511-1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>
- Reaser, J.K., Burgiel, S.W., Kirkey, J., Brantley, K.A., Veatch, S.D., Burgos-Rodríguez, J. 2020. The early detection of and rapid response (EDRR) to invasive species: A conceptual framework and federal capacities assessment. *Biological Invasions* 22(1), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02156-w>
- Reynolds, S.A., Beery, S., Burgess, N., Burgman, M., Butchart, S.H.M., Cooke, S.J., Coomes, D., et al. 2025. The potential for AI to revolutionize conservation: A horizon scan. *Trends in Ecology & Evolution* 40(2), 191-207. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2024.11.013>
- Rodríguez, J., Pyšek, P., Novoa, A. 2024a. *Biological Invasions and Global Insect Decline*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-00548-4>
- Rodríguez, J., Rodríguez-Salvador, B., Novoa, A., Pyšek, P. 2024b. Global trade in alien species: A challenge for insect conservation. In: J. Rodríguez, P. Pyšek, A. Novoa (Eds.), *Biological Invasions and Global Insect Decline*, Chapter Four, pp. 91-115. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99918-2.00004-5>
- Rodríguez, J., Rodríguez-Salvador, B., Novoa, A., Pyšek, P. 2024c. From trade regulations to socio-ecological solutions: Present and future actions to promote insect conservation. In: J. Rodríguez, P. Pyšek, A. Novoa (Eds.), *Biological Invasions and Global Insect Decline*, Chapter Twelve, pp. 315-326. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99918-2.00012-4>
- Rodríguez-Caballero, G., Roldán, A., Caravaca, F. 2025. Implicaciones del microbioma rizosférico en el éxito de las plantas invasoras en ecosistemas semiáridos. *Ecosistemas* 34(3): 2871. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2871>
- Ruiz-Veloz, V., Roiloa, S. 2025. Respuesta de la planta invasora *Carpobrotus* sp. A la heterogeneidad espacio-temporal en la distribución de recursos. *Ecosistemas* 34(3): 3013. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3013>
- Sanders, S.K.D., Van Kleunen, M., Allan, E., Thakur, M.P. 2025. Effects of extreme drought on the invasion dynamics of non-native plants. *Trends in Plant Science* 30(3), 291-300. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2024.10.009>
- Seebens, H., Blackburn, T.M., Dyer, E., Genovesi, P., Hulme, P.E., Jeschke, J.M., Pagad, S., et al. 2017. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications* 1-9. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>
- Sohrabi, S., Gharekhloo, J., Gonzalez-Andujar, J.L., Vilà, M. 2025. Impact of alien grasses on the environment, biodiversity and crops in Iran. *Ecosistemas* 34(3): 2888. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2888>
- Thomsen, P.F., Willerslev, E. 2015. Environmental DNA – An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological Conservation* 183, 4-18. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.11.019>
- Underwood, A.J. 1993. The mechanics of spatially replicated sampling programmes to detect environmental impacts in a variable world. *Australian Journal of Ecology* 18(1), 99-116. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00437.x>
- Whittaker, R.J., Fernández-Palacios, J.M. 2006. *Island Biogeography: Ecology, evolution, and conservation*. Oxford University Press. UK. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198566113.001.0001>