



# Los inventarios forestales nacionales como herramienta para evaluar el estado y la tendencia de las especies exóticas

Adrián Lázaro-Lobo<sup>1,\*</sup> , Paloma Ruiz-Benito<sup>1,2</sup> , Pilar Castro-Díez<sup>1</sup> 

(1) Grupo de Ecología y Restauración Forestal, Área de Ecología, Departamento de Ciencias de la Vida, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, Ctra. Madrid-Barcelona Km 33.6, E-28805 Alcalá de Henares, Madrid, España.

(2) Grupo de Investigación en Teledetección Ambiental, Área de Geografía, Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente, Universidad de Alcalá, Colegio de Málaga 2, 28801, Alcalá de Henares, España.

\*Autor de correspondencia: A. Lázaro-Lobo [[adrianlalobo@gmail.com](mailto:adrianlalobo@gmail.com)]

> Recibido el 13 de octubre de 2021 - Aceptado el 14 de febrero de 2022

**Como citar:** Lázaro-Lobo, A., Ruiz-Benito, P., Castro-Díez, P. 2022. Los inventarios forestales nacionales como herramienta para evaluar el estado y la tendencia de las especies exóticas. *Ecosistemas* 31(1): 2307. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2307>

## Los inventarios forestales nacionales como herramienta para evaluar el estado y la tendencia de las especies exóticas

**Resumen:** Las invasiones biológicas son un componente importante del cambio global, el cual está amenazando la biodiversidad y servicios ecosistémicos del planeta. Para gestionar y mitigar los impactos del cambio global, es importante disponer de herramientas de monitorización que permitan evaluar sistemática, periódica, rápida y eficazmente los impactos de las especies exóticas a diversas escalas. Los inventarios forestales nacionales (IFNs) constituyen una herramienta emergente para el seguimiento de la estructura y dinámica de los bosques a grandes escalas espaciales. Los IFNs han sido usados globalmente para evaluar la diversidad biológica, la distribución de especies y el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos en bosques. Además, tienen potencial para estudiar diversos aspectos de las invasiones biológicas, tanto desde un punto de vista teórico como aplicado. En este estudio revisamos la bibliografía disponible para conocer qué trabajos sobre especies exóticas se han publicado utilizando IFNs. Encontramos 96 estudios que usaban IFNs para evaluar el estado o dinámica de las especies exóticas en Estados Unidos (74), Europa (20), Canadá (1) y Australia (1). Más de la mitad de los estudios fueron realizados sobre distribución, riesgo de expansión, demografía o impactos de plantas exóticas (64). Los estudios restantes utilizaron IFNs para investigar riesgo de expansión o daños causados por otro tipo de especies exóticas, como insectos (20), patógenos fúngicos o protistas (6), insectos y patógenos (4), ciervos (1) y por el caracol gigante africano (1). Finalmente, discutimos las oportunidades y las limitaciones de los IFNs, resaltando su potencial para ampliar estudios teóricos y aplicados sobre invasiones biológicas.

**Palabras clave:** bosques; demografía; distribución; impactos; invasión; riesgo de expansión

## National forest inventories as a tool to assess the status and trends of exotic species

**Abstract:** Biological invasions are an important component of global change, which is threatening the planet's biodiversity and ecosystem services. To manage and mitigate the impacts of global change, it is important to have monitoring tools that allow assessing the impacts of exotic species at several scales in a systematic, periodic, rapid, and effective way. National forest inventories (NFIs) are an emerging tool for monitoring forest structure and dynamics at large spatial scales. NFIs have been used globally to assess biological diversity, species distributions, and ecosystem services provision in forests. Moreover, NFIs have the potential to study various theoretical and applied aspects of biological invasions. We conducted a literature review to evaluate what studies about exotic species have been published using information from NFIs. We found 96 studies that used NFIs to assess the status or dynamics of exotic species in the United States (74), Europe (20), Canada (1) and Australia (1). Over half of the studies were conducted on the distribution, expansion risk, demography, or impacts of exotic plants (64). The remaining studies used NFIs to investigate expansion risk or impacts caused by other types of exotic species, including insects (20), fungal or protist pathogens (6), insects and pathogens (4), deer (1) and the giant African land snail (1). Lastly, we discuss the opportunities and limitations of NFIs, highlighting their potential to expand theoretical and applied studies on biological invasions.

**Keywords:** forests; demography; distribution; impact; invasion; expansion risk

## Introducción

Los bosques albergan gran parte de la biodiversidad mundial (aproximadamente el 65% de los taxones terrestres) y proporcionan múltiples servicios ecosistémicos, tales como estabilización de suelos, filtración de agua, provisión de madera y hábitat, producción de oxígeno y acumulación de carbono (Lindenmayer y Franklin 2002; Brockerhoff et al. 2017). Sin embargo, la conservación de la biodiversidad en los bosques está amenazada mundialmente por

el rápido cambio global, el cual incluye cambios de uso del suelo, cambio climático, e introducción de especies exóticas, entre otros (Vitousek et al. 1997; Arnold et al. 2011; de Lima et al. 2020). En este estudio nos centramos en especies exóticas, las cuáles han sido introducidas por humanos más allá de su rango de distribución natural, definido por barreras biogeográficas y mecanismos naturales de dispersión (Richardson et al. 2000; Simberloff et al. 2013; Robinson et al. 2017). Algunas especies exóticas son capaces de sobrevivir y reproducirse en la nueva región, pasando a la fase de

naturalización. Por último, las especies exóticas naturalizadas con un crecimiento poblacional explosivo y una rápida expansión son consideradas invasoras (Catford et al. 2009). Las especies invasoras pueden causar impactos en los ecosistemas y en el medio socio-económico, por ej., alterando el funcionamiento de los ecosistemas, desplazando especies nativas, o alterando servicios ecosistémicos (control de la erosión, prevención de inundaciones, control de plagas, reciclaje de nutrientes, recreación, provisión de alimentos, etc.; Richardson et al. 2000; Pyšek et al. 2004; Catford et al. 2009).

Para poder gestionar y mitigar los impactos del cambio global, es importante disponer de herramientas de monitorización que permitan realizar evaluaciones sistemáticas, periódicas, rápidas y eficaces del estado y la tendencia a diversas escalas. Los inventarios forestales nacionales (IFNs) constituyen una herramienta clave para el seguimiento de la estructura y dinámica de los bosques a grandes escalas espaciales (Chirici et al. 2011; Ruiz-Benito y García-Valdés 2016). Fueron iniciados en los países nórdicos a principios del siglo XX (Finlandia, Suecia y Noruega) y extendidos a otros países del mundo durante el resto del siglo (Tabla A1 del Apéndice), aunque cada país ha adoptado una metodología diferente (Tomppo et al. 2010). Los IFNs analizan diversos parámetros asociados a los bosques en su país, generalmente adoptando la definición de bosque de la FAO, como el área que cubre más de 0.5 ha con árboles más altos de 5 m y con cubierta arbórea de más de 10%, incluyendo bosques naturales y plantaciones forestales (Tomppo et al. 2010; FAO 2020). Sin embargo, en las definiciones de bosque usadas en cada país, el umbral de cubierta arbórea mínima varía de 10 a 50 % y el umbral de área mínima de bosque varía de 0.04 a 0.50 ha (Tomppo et al. 2010).

Los IFNs han sido usados globalmente para evaluar la diversidad biológica, la distribución de especies y el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos en bosques (Tomppo et al. 2010; del Olmo y García 2016; Ratcliffe et al. 2016). Existen multitud de estudios que usan los IFNs para mostrar el papel de los bosques como productores de recursos, aprovisionadores de hábitat y sumideros de carbono, entre otros (por ej. Woodbury et al. 2007; Ruiz-Benito et al. 2014; Tinkham et al. 2018). Además, algunos IFNs, como el de Estados Unidos, no sólo recogen información sobre especies arbóreas, sino también de otras especies de interés económico (por ej. arbustos y herbáceas invasoras) y sobre incidencia de enfermedades causadas por patógenos nativos y exóticos en los árboles. De esta forma, los IFNs tienen potencial para estudiar invasiones biológicas desde un punto de vista teórico y aplicado. En las siguientes secciones revisamos la bibliografía disponible para conocer qué estudios sobre especies exóticas (invasoras o no) se han publicado utilizando IFNs. En concreto, analizamos: a) las tenden-

cias temporales en el uso de IFNs en relación con especies exóticas, b) los países que han realizado estudios de este tipo, c) el número de taxones exóticos y nativos incluidos en el estudio, d) el tipo de especies exóticas contempladas en los estudios (plantas, insectos, patógenos, etc.) y e) el tipo de estudio (sobre la distribución, el riesgo de expansión, la demografía, o los impactos; Fig. 1). Finalmente, discutimos los principales resultados en función del tipo de estudio, así como las oportunidades y las limitaciones de los IFNs y su potencial para estudiar de una manera sistemática y a gran escala el estado y las tendencias de las especies exóticas.

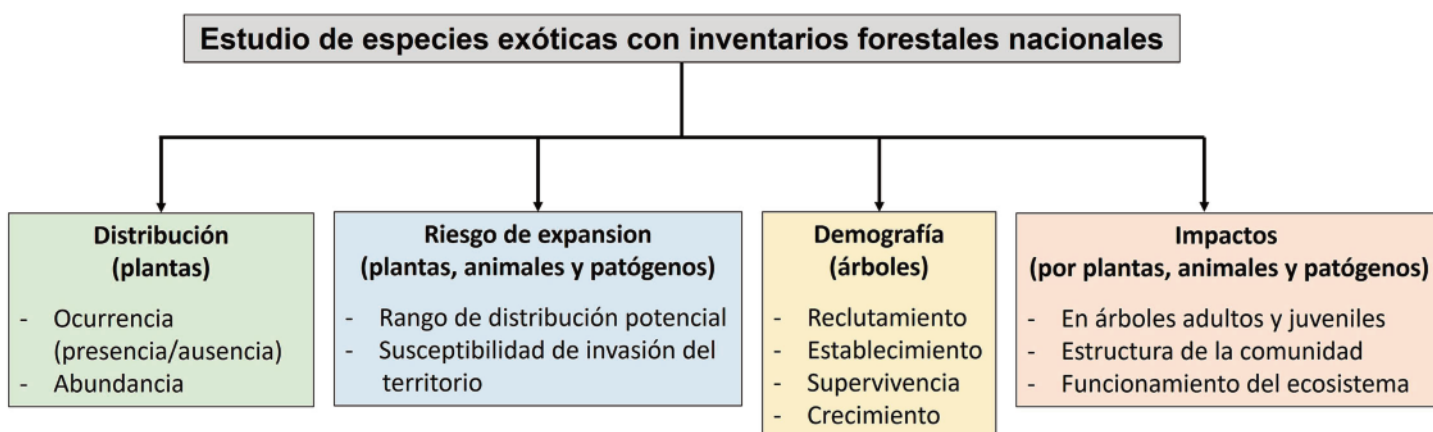
## Material y métodos

### Estrategia de búsqueda

Scopus, Web of Science y Google Académico son las bases de datos más usadas por la comunidad científica para buscar bibliografía (Bakkalbasi et al. 2006). Sin embargo, Scopus cubre una gama de revistas más amplia que Web of Science y ofrece resultados más precisos que Google Académico (Falagas et al. 2008). Scopus fue lanzado por Elsevier en 2004 y actualmente es la base de datos de resúmenes y citas más grande de la literatura revisada por pares, la cual incluye revistas científicas, libros y actas de congresos (Scopus website 2018). Por lo tanto, utilizamos Scopus para encontrar estudios publicados sobre especies exóticas e IFNs. El 16 de septiembre de 2021, realizamos una búsqueda avanzada utilizando la siguiente cadena de consulta y considerando el título, resumen y palabras clave de los artículos: "TITLE-ABS-KEY (forest AND inventory AND (exotic OR non-native OR alien OR neophyte OR introd\* OR invas\*))". Además, completamos la búsqueda incluyendo otros estudios citados por los trabajos resultantes y que proporcionaban información relevante para esta revisión, pero que no estaban incluidos en nuestra búsqueda en Scopus (indicados en la Tabla A2 del Apéndice).

### Extracción y análisis de datos

Entre los trabajos obtenidos en la búsqueda, seleccionamos todos aquéllos que usaron IFNs para evaluar el estado o dinámica de cualquier tipo de especies exóticas. Después, extrajimos información relevante sobre la investigación de cada estudio, incluyendo: a) el año de publicación; b) el país donde se realizó el estudio; c) el número de taxones exóticos y nativos incluidos en el estudio; d) el tipo de especies exóticas contempladas, ya sea plantas (incluyendo árboles, arbustos y/o herbáceas), sólo árboles, patógenos fúngicos o protistas, insectos, invertebrados, o mamíferos; y e) el tipo de estudio realizado, considerando las siguientes categorías: (1) distribución de las plantas a nivel de parcela basado,



**Figura 1.** Clasificación de los estudios que se puede realizar con inventarios forestales nacionales (IFNs) en relación con las especies exóticas. En paréntesis indicamos el tipo de especies exóticas que pueden incluirse en los distintos tipos de estudios.

**Figure 1.** Classification of studies that can be conducted with national forest inventories (NFIs) in relation to exotic species. In parentheses we indicate the type of exotic species that can be included in the different types of studies.

bien en presencia/ausencia, o bien en abundancia (herbáceas, maritima y arbóreas), (2) riesgo de expansión de plantas, animales y patógenos (combinando datos de presencia/ausencia y condiciones ambientales recogidas en los IFNs y en otras bases de datos georreferenciadas), (3) demografía de las distintas especies de árboles (los IFNs disponen generalmente de información demográfica para árboles, pero no para otros grupos de plantas), y (4) impactos causados por plantas, animales y patógenos en los árboles adultos y juveniles, en la estructura de la comunidad, y en el funcionamiento del ecosistema (Fig. 1; Tabla A2 del Apéndice). Por último, calculamos la frecuencia de estudios que corresponde a cada una de esas categorías.

## Resultados

Nuestra búsqueda en Scopus proporcionó un total de 1.110 estudios potencialmente relevantes, de los que seleccionamos 87 que usaban IFNs para evaluar el estado o dinámica de las especies exóticas. Además, incluimos nueve estudios relevantes para la revisión que estaban citados por los trabajos resultantes (Tabla A2 del Apéndice).

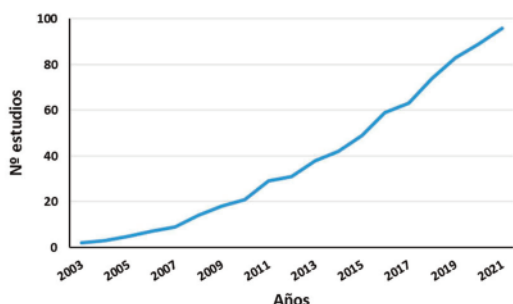
Entre los estudios seleccionados, el más antiguo se publicó en 2003, sin embargo, la mayoría de las investigaciones se realizaron a partir del 2010 (Fig. 2a). Desde entonces, el número de estudios que usan IFNs para estudiar algún aspecto de especies exóticas ha aumentado cada año. La mayoría de los estudios encontrados se realizaron en Estados Unidos (74), seguido de Europa (20), Canadá (1) y Australia (1; Fig. 2b; Tabla A2 del Apéndice). Entre los estudios realizados en Europa, la mitad de ellos corresponden a tres países (España, Francia y Alemania). En Estados Unidos se han estudiado diversas especies de plantas herbáceas (por ej. la

cisca (*Imperata cylindrica*), la madre selva japonesa (*Lonicera japonica*) o la hierba zancuda japonesa (*Microstegium vimineum*); arbustivas (por ej. el aligustre (*Ligustrum* spp.) o rosales exóticos (*Rosa* spp.); y arbóreas (por ej. el ailanto (*Ailanthus altissima*), la acacia de Constantinopla (*Albizia julibrissin*) o el árbol de sebo (*Triadica sebifera*)). Además, un gran número de investigaciones en Estados Unidos han evaluado insectos y patógenos fúngicos exóticos, como por ejemplo el barrenador esmeralda del fresno (*Agilus planipennis*) y el adélido lanudo de la tuya (*Adelges tsugae*). Sin embargo, en Europa, los estudios se han enfocado principalmente en estudiar especies arbóreas. Más de un cuarto de los estudios incluía el abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*; Tabla A3 del Apéndice). Otras especies exóticas estudiadas en Europa con IFNs incluían la mimosa (*Acacia dealbata*), la acacia de madera negra (*Acacia melanoxylon*), el ailanto (*Ailanthus altissima*), el eucalipto común (*Eucalyptus globulus*) y el chopo de Canadá (*Populus × canadensis*), entre otras.

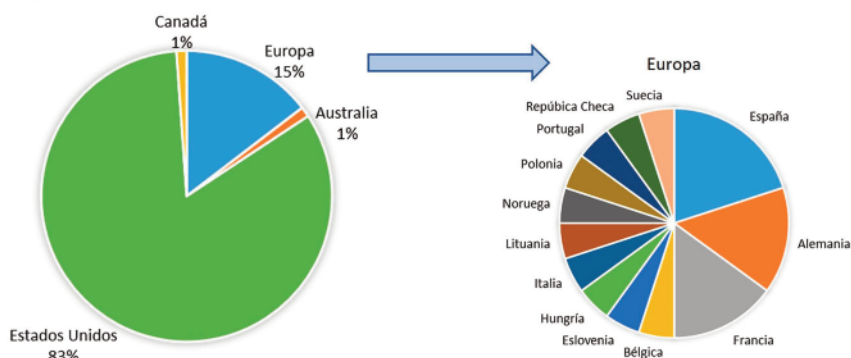
Encontramos más estudios que se enfocaron en varios taxones (66) que en uno o dos (30; Fig. 2c). Más de la mitad de los estudios (64) fueron realizados sobre plantas exóticas (incluyendo árboles, arbustos y/o herbáceas), siendo 15 estudios los que se enfocaron únicamente en árboles exóticos (Fig. 2d). Los estudios restantes utilizaron IFNs para investigar riesgo de expansión o daños causados por otro tipo de especies exóticas, como insectos (20), patógenos fúngicos o protistas (6), insectos y patógenos (4), ciervos (1) y por el caracol gigante africano (1; Fig. 2c; Tabla A2 del Apéndice).

La mayoría de los estudios (47) evaluaron distribución de especies exóticas (Fig. 2e; Tabla A2 del Apéndice). Por ejemplo, Oswalt et al. (2015) encontraron que había plantas exóticas en un 39% de la superficie forestal de Estados Unidos; Miller et al. (2013) estimaron que las plantas exóticas se expanden unas 58.679 ha al

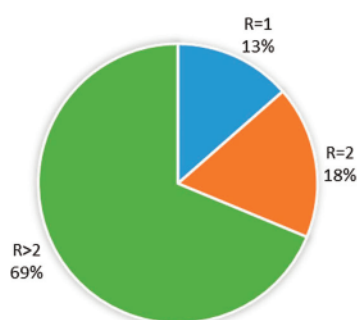
### A) Año de publicación



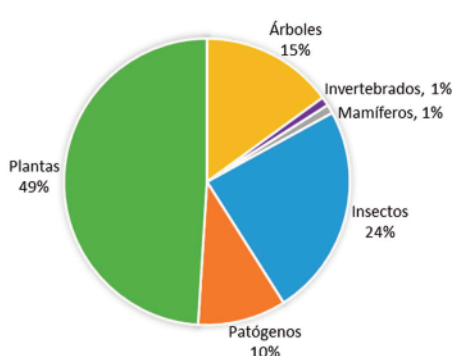
### B) País del estudio



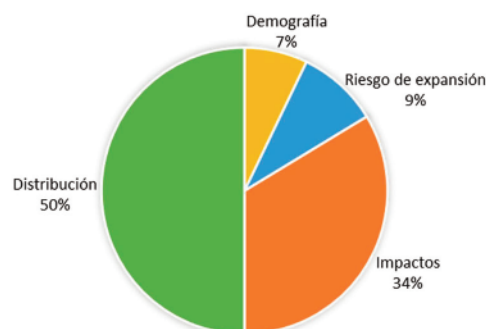
### C) Nº taxones incluidos



### D) Especies exóticas contempladas



### E) Tipo de estudio



**Figura 2.** A) Incremento acumulado del número de estudios sobre el estado y dinámica de las especies exóticas que usan inventarios forestales nacionales. B) Países donde se realizaron los estudios. C) Número de taxones incluidos en el estudio. D) Especies exóticas contempladas. E) Tipo de información extraída.

**Figure 2.** A) Cumulative increase in the number of studies that use national forest inventories to provide information about the status and dynamics of exotic species. B) Countries where the studies were conducted. C) Number of taxa included in the study. D) Type of exotic species included in the study. E) Type of information extracted.

año por el sur de Estados Unidos (acelerándose por el calentamiento climático, perturbaciones y por el crecimiento de poblaciones humanas); y Bindewald et al. (2021) encontraron que el área forestal ocupada por dos árboles exóticos —el roble americano (*Quercus rubra*) y el abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*)— en el suroeste de Alemania incrementó un 19.9% y un 17.5%, respectivamente, de 2002 a 2012. Otros estudios evaluaron el efecto de diversos factores ambientales (bióticos, abióticos y antropogénicos) en la distribución de especies exóticas a partir de IFNs y otras bases de datos georreferenciadas. Por ejemplo, Iannone et al. (2015) encontraron que la presencia y riqueza de especies exóticas en los bosques de Estados Unidos estaba positivamente relacionada con la densidad de población humana, por la disponibilidad de hábitat forestal y por la fragmentación del bosque. Gray (2005) estudió la distribución de ocho especies de plantas exóticas en el noroeste de Estados Unidos e indicó que el 20% de los sitios muestreados tenían al menos una especie, siendo más ricos en especies exóticas los sitios que han sido perturbados por actividades madereras y que tienen baja densidad de árboles de gran altura.

Un menor número de estudios (9) evaluó el riesgo de expansión de especies exóticas sobre un territorio y la importancia relativa de los predictores ambientales usados (Fig. 2e; Tabla A2 del Apéndice). Por ejemplo, Lázaro-Lobo et al. (2021a) estimaron la susceptibilidad del sur de Estados Unidos para ser invadido por las 16 especies exóticas que causan más problemas en la región y concluyeron que el 37-39% del área forestal de esta región estaba en riesgo de ser invadida por aligustre (*Ligustrum* spp.) y madreSelva japonesa (*Lonicera japonica*), y el 18-23% por rosas exóticas (*Rosa* spp.), cisca (*Imperata cylindrica*) y helecho trepador japonés (*Lygodium japonicum*). Además, Lázaro-Lobo et al. (2021a) indicaron que la probabilidad de ocurrencia de especies exóticas estaba favorecida por alta disponibilidad de luz, por la capacidad del suelo de retener nutrientes y agua, y por proximidad a áreas agrícolas, carreteras y núcleos urbanos. Lemke y Brown (2012) usaron modelos de distribución de especies en regiones montañosas del suroeste de Estados Unidos y encontraron que la susceptibilidad de invasión por aligustre (*Ligustrum* spp.), festuca alta (*Schedonorus phoenix*) y acacia de Constantinopla (*Albizia julibrissin*), estaba determinada por altitud, temperatura mínima anual y densidad de carreteras. En el noroeste de España, López-Sánchez et al. (2021) identificaron áreas propensas a ser invadidas por eucalipto común (*Eucalyptus globulus*) usando datos climáticos actuales y futuros, y concluyeron que esta especie va a experimentar un aumento de hábitat adecuado para su establecimiento en las próximas décadas. Algunos estudios han evaluado el riesgo de expansión de animales y patógenos exóticos dañinos para especies de árboles. Así, Magarey et al. (2011) elaboraron mapas de densidad de árboles huéspedes del caracol gigante africano (*Achatina fulica*) a lo largo de Estados Unidos, usando datos del IFN, y los integraron con mapas climáticos y de riesgo de introducción para predecir qué áreas son más propensas a ser invadidas por este molusco. De forma similar, Koch y Smith (2008) parametrizaron la dispersión del escarabajo exótico *Xyleborus glabratus* en el este de Estados Unidos, usando densidades de árboles huéspedes con el IFN, datos climáticos y nivel de infestación del escarabajo a escala de condado.

Sólo seis estudios evaluaron las tasas demográficas en árboles exóticos (por ej. reclutamiento, establecimiento, supervivencia y crecimiento) a partir de inventarios consecutivos (Fig. 2e; Tabla A2 del Apéndice). En concreto, Bindewald et al. (2021) evaluaron el establecimiento del roble americano (*Quercus rubra*) y del abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) en el suroeste de Alemania e indicaron que había más juveniles de ambas especies en sitios con alta densidad de adultos conespecíficos y sotobosque bien iluminado. Ols et al. (2020) cuantificaron crecimiento radial de coníferas en Francia en series temporales y concluyeron que los bosques constituidos por especies introducidas eran más propensos a tener declives en el crecimiento por condiciones climáticas más cálidas y secas que bosques nativos. Sin embargo, un estudio realizado

en España indicó que los bosques dominados por algunas especies exóticas (por ej. *Eucalyptus* spp.) tenían mayor resistencia y resiliencia a perturbaciones naturales (fuego, sequía y tormentas) que otros bosques (Sánchez-Pinillos et al. 2016). Podrázský et al. (2013) observaron un incremento drástico en crecimiento ( $\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ ) del abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) en la República Checa entre 1979 y 2010. Iannone et al. (2016) indicaron que el establecimiento y dominancia de especies exóticas en el este de Estados Unidos estaban negativamente asociados con la biomasa y diversidad filogenética de árboles nativos, lo que apoyaba la hipótesis de resistencia biótica por parte de la comunidad nativa de plantas.

Por último, un gran número de estudios (32) evaluaron los impactos causados por especies exóticas en especies nativas de árboles, en la comunidad nativa de plantas y en el funcionamiento del ecosistema (Fig. 2e; Tabla A2 del Apéndice). Varios estudios han resaltado los efectos negativos de plantas exóticas en el bosque nativo, los cuales incluyen desde disminución de diversidad hasta una reducción de la regeneración (por ej. Collins et al. 2020; Lázaro-Lobo et al. 2021b). A nivel de comunidad, algunos estudios han demostrado que el establecimiento de especies exóticas ha contribuido a reducir la riqueza de especies en el sotobosque, y ha fomentado cambios de composición de especies (Verheyen et al. 2007). Estos cambios en la comunidad de plantas nativas pueden afectar al funcionamiento del ecosistema. Por ejemplo, un estudio realizado en el archipiélago Hawaiano mostró que las especies exóticas pueden alterar el secuestro de carbono, especialmente en ecosistemas de alta montaña sobre suelos maduros, donde los bosques dominados por plantas nativas almacenan el doble de carbono que los dominados por plantas exóticas (Asner et al. 2016). Los IFNs también sirven para evaluar el daño causado por animales y patógenos exóticos a especies de árboles y a la comunidad nativa de plantas. Esto se realiza a partir de información previa y posterior a la invasión de animales y patógenos exóticos, disponible en los IFNs (por ej. supervivencia, crecimiento o regeneración de árboles). En vertebrados, Petersson et al. (2019) mostraron que la introducción de ciervos a finales del siglo XX en una isla del sur de Suecia causó una disminución en la regeneración natural de robles (*Quercus* spp.). Otros estudios se han centrado en los efectos de insectos o patógenos exóticos en la supervivencia, crecimiento o regeneración en una amplia variedad de bosques (Potter et al. 2019), en robles adultos (por el lepidóptero *Lymtria dispar*; Morin y Liebhold 2016), en especies de fresno (por el barrenador esmeralda del fresno *Agilus planipennis* y por el patógeno fúngico *Hymenoscyphus fraxineus*; Pugh et al. 2011; Flower et al. 2013; Morin et al. 2017; Díaz-Yáñez et al. 2020), en el haya (por el insecto exótico *Cryptococcus fagisuga* y varias especies de hongos (Busby y Canham 2011; Garnas et al. 2011), y en la tsuga del Canadá (por el patógeno fúngico exótico *Sirococcus tsugae* y por el insecto exótico *Adelges tsugae* (Morin y Liebhold 2015; Krebs et al. 2017; Munck et al. 2018)). Estos estudios se han realizado principalmente en Estados Unidos (Tabla A3 del Apéndice).

## Discusión

Los IFNs son una herramienta emergente para evaluar el estado y la dinámica de especies exóticas. Actualmente, hay al menos 39 países con IFNs (Tabla A1 del Apéndice), pero sólo hemos encontrado estudios que usen dichos IFNs para evaluar especies exóticas en 16 países de América del Norte, Europa y Australia. De esta forma, la distribución de especies exóticas y los factores que la condicionan, así como los impactos, podría estudiarse en muchas partes del mundo a partir de IFNs. El número de estudios que evalúan especies exóticas con IFNs ha crecido de forma significativa durante la última década, por lo que la información extraída de IFNs se podría multiplicar en el futuro próximo si sigue la misma tendencia. Este aumento de estudios usando IFNs, está de acuerdo con trabajos previos sobre su uso para estudiar patrones y procesos en ecología (Ruiz-Benito y García-Valdés 2016).

Nuestros resultados muestran que la mayoría de trabajos evalúan más de dos taxones, lo que ayuda a tener información contrastada para distintas especies exóticas. No obstante, la mayoría de los estudios fueron realizados sobre plantas exóticas, probablemente porque los IFNs recopilan información sobre ocurrencia y abundancia de plantas. Aun así, encontramos un 36% de estudios que usaron IFNs para evaluar el riesgo de expansión o los impactos causados por otros organismos, sobre todo patógenos e insectos. Estos resultados demuestran el gran potencial de los IFNs para estudiar multitud de especies exóticas, no sólo de árboles.

La gran cantidad de parcelas muestreadas sistemáticamente en los IFNs a lo largo del tiempo hace que sean herramientas de monitorización claves para hacer un seguimiento espacial y temporal de la distribución de especies exóticas. Varios informes y artículos científicos han documentado, no sólo la extensión espacial de especies exóticas en un determinado momento, sino también cambios de distribución espacial a lo largo del tiempo (por ej. Miller et al. 2013; Oswalt et al. 2015; Bindewald et al. 2021). Los IFNs se pueden usar, además, para evaluar la influencia de diversos factores ambientales en la distribución de especies exóticas (ver, por ej., Gray 2005; Iannone et al. 2015). Los IFNs generalmente recogen información sobre las condiciones de la masa forestal de las parcelas muestreadas (por ej. tipo de bosque, manejo humano, daño causado por patógenos en los árboles, etc.). Información adicional sobre otras variables ambientales (por ej. clima, suelo, topografía) o factores antrópicos (usos del suelo, características de la población humana) puede obtenerse fácilmente de otras bases de datos gracias a la localización espacial de los IFNs.

Los datos de IFNs permiten estimar el rango de distribución potencial de especies exóticas sobre un territorio y predecir qué áreas son más propensas a ser invadidas. Esto se ha realizado mediante modelos de distribución de especies, los cuales usan datos de ocurrencia de especies exóticas y distintos predictores ambientales. Además, estos modelos también indican la importancia relativa de los predictores ambientales usados (ver, por ej., Lemke y Brown 2012; Lázaro-Lobo et al. 2021a; López-Sánchez et al. 2021). Estudios sobre el riesgo de expansión de animales y patógenos exóticos han incluido la distribución de árboles huéspedes (obtenida de IFNs) como otro predictor ambiental (Magarey et al. 2011; Koch y Smith 2008).

Los IFNs permiten evaluar parámetros demográficos de árboles exóticos (por ej. reclutamiento, establecimiento, supervivencia y crecimiento) a partir de inventarios consecutivos (ver, por ej., Podrázský et al. 2013; Iannone et al. 2016; Sánchez-Pinillos et al. 2016; Ols et al. 2020; Bindewald et al. 2021). Los impactos de las especies exóticas en especies nativas de árboles, en la comunidad nativa de plantas y en el funcionamiento del ecosistema también

puede estudiarse con los IFNs. Varios estudios han resaltado los efectos negativos de plantas exóticas (por ej. Verheyen et al. 2007; Asner et al. 2016; Collins et al. 2020; Lázaro-Lobo et al. 2021b), vertebrados exóticos (Petersson et al. 2019), e insectos y patógenos fúngicos exóticos (por ej. Morin y Liebhold 2016; Munck et al. 2018; Potter et al. 2019; Díaz-Yáñez et al. 2020).

### Ventajas y limitaciones de los IFNs para estudiar especies exóticas

Los IFNs permiten extraer gran variedad de información sobre especies exóticas abarcando desde la distribución y demografía de plantas y árboles, hasta los impactos en la estructura de la comunidad y el funcionamiento del ecosistema. Además, los IFNs son una herramienta eficaz de monitorización que permite realizar una evaluación sistemática y periódica del estado y dinámica de especies exóticas, y de sus impactos en las especies nativas, a diversas escalas espaciales y temporales (Tabla 1).

Sin embargo, su principal limitación es que se restringen a áreas calificadas como forestales, las cuales generalmente incluyen zonas que cubren más de 0.5 ha con árboles más altos de 5 m y con cubierta arbórea de más de 10% (Tomppo et al. 2010; FAO 2020). De esta forma, en numerosas ocasiones se excluyen bosques de pequeña extensión o de extensión lineal (por ej. riberas o bordes de carreteras), los cuales albergan numerosas especies exóticas. Por ello muchos estudios sobre distribución de especies exóticas prefieren usar otras bases de datos que únicamente tienen datos de ocurrencia como *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF). Sin embargo, algunos IFNs están realizando un esfuerzo de muestreo superior en bosques especialmente vulnerables a la expansión de especies exóticas (por ej. ecosistemas de ribera en el caso del Inventario Forestal Español). Otra limitación de los IFNs es que, en ocasiones, requieren un procesamiento o un acceso a la información complejo, lo que puede dificultar el uso de estos datos por investigadores y gestores. Además, muchos países no disponen de información a largo plazo. Alrededor de 2/3 de los países con inventarios forestales iniciaron sus inventarios hace menos de 50 años, y sólo los países nórdicos (Finlandia, Suecia y Noruega) y Estados Unidos cuentan con alrededor de 100 años de información. Por último, los IFNs recogen una baja amplitud de indicadores de estado y dinámica de funciones y servicios ecosistémicos, aunque algunos se pueden derivar de la estructura (por ej. el sumidero de carbono).

### Investigaciones futuras

Los IFNs suponen una herramienta clave para estudiar la distribución, el riesgo de expansión, la demografía y los impactos de especies exóticas a escalas espaciales amplias. Nuestra revisión identifica las áreas actuales de estudio de especies exóticas con

**Tabla 1.** Ventajas y limitaciones de los inventarios forestales nacionales para estudiar el estado y la dinámica de las especies exóticas (modificado desde Ratcliffe et al. 2016; Kambach et al. 2019 y Ruiz-Benito et al. 2020).

**Table 1.** Advantages and limitations of national forest inventories to study the status and dynamics of exotic species (modified from Ratcliffe et al. 2016; Kambach et al. 2019, and Ruiz-Benito et al. 2020).

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>Datos sistemáticos y periódicos.</li> <li>Amplia extensión espacial y tamaño muestral (número de parcelas muy representativo con una elevada relevancia de los resultados para los ecosistemas forestales existentes).</li> <li>Puede obtenerse información biótica, abiótica y antropogénica (permiten explorar factores subyacentes a los patrones observados).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitado a áreas forestales (puede existir una subestimación de la presencia, la abundancia o el impacto de las especies exóticas, dependiendo de la intensidad del muestreo del inventario).</li> <li>Muchos países no disponen de información a largo plazo (2/3 de los países con inventarios forestales iniciaron sus inventarios hace menos de 50 años).</li> <li>Baja amplitud en el número de indicadores de estado y dinámica disponibles, especialmente de funciones y servicios ecosistémicos (algunos se pueden derivar de la estructura; por ej. el sumidero de carbono, pero ver Cruz-Alonso et al. 2019).</li> <li>La disponibilidad de información, incluyendo la extracción, la interpretación y el manejo de la información requiere recursos y conocimientos que pueden limitar su uso por un público amplio.</li> </ul>

IFNs, lo que puede contribuir a identificar áreas futuras de estudio. La mayor parte de estudios se centran en evaluar la distribución y los impactos de las especies, con un menor número de estudios centrado en la demografía y con ningún estudio evaluando de forma simultánea múltiples etapas en la demografía de especies exóticas (por ej. regeneración, supervivencia, crecimiento y dispersión). De esta forma, investigaciones futuras podrían integrar distintos parámetros demográficos de especies exóticas, no solo para evaluar el éxito de estas especies en el área de introducción, sino también para identificar los factores ambientales que limitan o favorecen cada etapa demográfica. Además, estudios futuros podrían integrar datos de IFNs con otros recogidos en otras cubiertas vegetales y usos del suelo (por ej. pastizales, humedales, áreas agrícolas, taludes de carretera, etc.). Así, se podría estudiar y comparar la susceptibilidad de cada ecosistema para ser invadido por especies exóticas. Por último, la mayor parte de los estudios se centran en un país y su sesgo hacia el Hemisferio Norte sugiere que en un futuro el uso de IFNs podría aplicarse a muchas partes del mundo para conocer el estado y dinámica de especies exóticas.

## Contribución de los autores

Adrián Lázaro-Lobo: Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición, Visualización. Paloma Ruiz-Benito: Conceptualización, Metodología, Redacción - revisión y edición, Supervisión, Visualización. Pilar Castro-Díez: Conceptualización, Metodología, Redacción - Revisión y edición, Supervisión, Visualización.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España (MCI), la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo para el Desarrollo Regional (FEDER, UE) [proyectos EXARBIN (RTI2018-093504-B-I00) and InvaNET (RED2018-102571-T)] y por la Comunidad de Madrid [red de investigación REMEDINAL (TE-CM S2018/EMT-4338)]. PRB cuenta con financiación de la Comunidad de Madrid en el marco del Convenio Plurianual con la Universidad de Alcalá en la línea de actuación "Estímulo a la Excelencia para Profesores Universitarios Permanentes" (EPU-INV/2020/010)

## Referencias

- Arnold, M., Powell, B., Shanley, P., Sunderland, T.C. 2011. Forests, biodiversity and food security. *The International Forestry Review* 13:259-264.
- Asner, G.P., Sousan, S., Knapp, D.E., Selmants, P.C., Martin, R.E., Hughes, R.F., Giardina, C.P. 2016. Rapid forest carbon assessments of oceanic islands: a case study of the Hawaiian archipelago. *Carbon Balance and Management* 11:1-13.
- Bakkalbasi, N., Bauer, K., Glover, J., Wang, L. 2006. Three options for citation tracking: Google Scholar, Scopus and Web of Science. *Biomedical Digital Libraries* 3:7.
- Bindewald, A., Miocic, S., Wedler, A., Bauhus, J. 2021. Forest inventory-based assessments of the invasion risk of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco and *Quercus rubra* L. in Germany. *European Journal of Forest Research* 140:883-899.
- Brocknerhoff, E.G., Barbaro, L., Castagnyrol, B., Forrester, D.I., Gardiner, B., González-Olabarria, J.R., Lyver P.O'B., et al. 2017. Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. *Biodiversity and Conservation* 26:3005-3035.
- Busby, P.E., Canham, C.D. 2011. An exotic insect and pathogen disease complex reduces aboveground tree biomass in temperate forests of eastern North America. *Canadian Journal of Forest Research* 41:401-411.
- Catford, J.A., Jansson, R., Nilsson, C. 2009. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. *Diversity and Distributions* 15:22-40.
- Chirici, G., Winter, S., McRoberts, R.E. 2011. *National Forest Inventories: Contributions to Forest Biodiversity Assessments*. Springer Science and Business Media.
- Collins, R.J., Copenheaver, C.A., Barney, J.N., Radtke, P.J. 2020. Using invasional meltdown theory to understand patterns of invasive richness and abundance in forests of the northeastern USA. *Natural Areas Journal* 40:336-344.
- Cruz-Alonso, V., Ruiz-Benito, P., Villar-Salvador, P., Rey-Benayas, J.M. 2019. Long-term recovery of multifunctionality in Mediterranean forests depends on restoration strategy and forest type. *Journal of Applied Ecology* 56:745-757.
- de Lima, R.A., Oliveira, A.A., Pitta, G.R., de Gasper, A.L., Vibrans, A.C., Chave, J., ter Steege, H., et al. 2020. The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. *Nature Communications* 11:1-16.
- del Olmo, O.G., García, M.R. 2016. El uso de inventarios forestales para entender la evolución, el mantenimiento, y el funcionamiento de la diversidad de especies. *Ecosistemas* 25:80-87.
- Díaz-Yáñez, O., Mola-Yudego, B., Timmermann, V., Tollefsrud, M.M., Hietala, A.M., Oliva, J. 2020. The invasive forest pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* boosts mortality and triggers niche replacement of European ash (*Fraxinus excelsior*). *Scientific reports* 10:1-10.
- Falagas, M.E., Pitsouni, E.I., Malietzis, G.A., Pappas, G. 2008. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *FASEB Journal* 22:338-342.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2020. *Global Forest Resources Assessment 2020*. Rome, Italy.
- Flower, C.E., Knight, K.S., Gonzalez-Meler, M.A. 2013. Impacts of the emerald ash borer (*Agrilus planipennis* Fairmaire) induced ash (*Fraxinus* spp.) mortality on forest carbon cycling and successional dynamics in the eastern United States. *Biological Invasions* 15:931-944.
- Garnas, J.R., Ayres, M.P., Liebhold, A.M., Evans, C. 2011. Subcontinental impacts of an invasive tree disease on forest structure and dynamics. *Journal of Ecology* 99:532-541.
- Gray, A.N. 2005. Eight nonnative plants in western Oregon forests: associations with environment and management. *Environmental monitoring and assessment* 100:109-127.
- Iannone, B.V., Oswalt, C.M., Liebhold, A.M., Guo, Q., Potter, K.M., Nunez-Mir, G.C., Oswald S.N., et al. 2015. Region-specific patterns and drivers of macroscopic forest plant invasions. *Diversity and Distributions* 21:1181-1192.
- Iannone, B.V., Potter, K.M., Hamil, K.A.D., Huang, W., Zhang, H., Guo, Q., Oswalt, C.M., Woodall, C.W., Fei, S. 2016. Evidence of biotic resistance to invasions in forests of the Eastern USA. *Landscape Ecology* 31:85-99.
- Kambach, S., Allan, E., Bilodeau-Gauthier, S., Haase, J., Jucker, T., Kunstler, G., Müller, S., et al. 2019. How do trees respond to species mixing in experimental compared to observational studies? *Ecology and Evolution* 9:11254-11265.
- Koch, F.H., Smith, W.D. 2008. Spatio-temporal analysis of *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) invasion in eastern US forests. *Environmental entomology* 37:442-452.
- Krebs, J., Pontius, J., Schaberg, P.G. 2017. Modeling the impacts of hemlock woolly adelgid infestation and presalvage harvesting on carbon stocks in northern hemlock forests. *Canadian Journal of Forest Research* 47:727-734.
- Lázaro-Lobo, A., Ramirez-Reyes, C., Lucardi, R., Ervin, G.N. 2021a. Multivariate analysis of invasive plant species distributions in southern US forests. *Landscape Ecology*. 36:3539-3555.
- Lázaro-Lobo, A., Lucardi, R.D., Ramirez-Reyes, C., Ervin, G.N. 2021b. Region-wide assessment of fine-scale associations between invasive plants and forest regeneration. *Forest Ecology and Management* 483:118930.
- Lenke, D., Brown, J.A. 2012. Habitat modeling of alien plant species at varying levels of occupancy. *Forests* 3:799-817.
- Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F. 2002. *Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach*. Island press, Washington, Estados Unidos.
- López-Sánchez, C.A., Castedo-Dorado, F., Cámara-Obregón, A., Barrio-Anta, M. 2021. Distribution of *Eucalyptus globulus* Labill. in northern Spain: Contemporary cover, suitable habitat and potential expansion under climate change. *Forest Ecology and Management* 481:118723.
- Magarey, R.D., Borchert, D.M., Engle, J.S., Colunga-García, M., Koch, F.H., Yemshanov, D. 2011. Risk maps for targeting exotic plant pest detection programs in the United States. *EPPO Bulletin* 41:46-56.

- Miller, J.H., Lemke, D., Coulston, J. 2013. The invasion of southern forests by nonnative plants: current and future occupation, with impacts, management strategies, and mitigation approaches. En: Wear, D.N., Greis, J.G. (eds.), *The Southern Forest Futures Project: technical report. General Technical Report*, pp 397-456. USDA-Forest Service, Southern Research Station, Asheville, North Carolina, Estados Unidos.
- Morin, R.S., Liebhold, A.M. 2015. Invasions by two non-native insects alter regional forest species composition and successional trajectories. *Forest Ecology and Management* 341:67-74.
- Morin, R.S., Liebhold, A.M. 2016. Invasive forest defoliator contributes to the impending downward trend of oak dominance in eastern North America. *Forestry* 89:284-289.
- Morin, R.S., Liebhold, A.M., Pugh, S.A., Crocker, S.J. 2017. Regional assessment of emerald ash borer, *Agrilus planipennis*, impacts in forests of the Eastern United States. *Biological Invasions* 19:703-711.
- Munck, I.A., Morin, R.S., Ostrofsky, W.D., Searles, W., Smith, D.R., Stanosz, G.R. 2018. Impact of Sirococcus shoot blight (*Sirococcus tsugae*) and other damaging agents on eastern hemlock (*Tsuga canadensis*) regeneration in Northeastern USA. *Forest Ecology and Management* 429:449-456.
- Ols, C., Hervé, J. C., Bontemps, J.D. 2020. Recent growth trends of conifers across Western Europe are controlled by thermal and water constraints and favored by forest heterogeneity. *Science of The Total Environment* 742:140453.
- Oswalt, C.M., Fei, S., Guo, Q., Iannone III, B.V., Oswalt, S.N., Pijanowski, B.C., et al. 2015. A subcontinental view of forest plant invasions. *Neobiota* 24:49.
- Petersson, L.K., Milberg, P., Bergstedt, J., Dahlgren, J., Felton, A.M., Götmark, F., Salk, C., et al. 2019. Changing land use and increasing abundance of deer cause natural regeneration failure of oaks: Six decades of landscape-scale evidence. *Forest Ecology and Management* 444:299-307.
- Podrázský, V., Čermák, R., Zahradník, D., Kouba, J. 2013. Production of Douglas-fir in the Czech Republic based on national forest inventory data. *Journal of Forest Science* 59:398-404.
- Potter, K.M., Escanferla, M.E., Jetton, R.M., Man, G. 2019. Important insect and disease threats to United States tree species and geographic patterns of their potential impacts. *Forests* 10:304.
- Pugh, S.A., Liebhold, A.M., Morin, R.S. 2011. Changes in ash tree demography associated with emerald ash borer invasion, indicated by regional forest inventory data from the Great Lakes States. *Canadian journal of forest research* 41:2165-2175.
- Pyšek, P., Richardson, D.M., Rejmánek, M., Webster, G.L., Williamson, M., Kirschner, J. 2004. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* 53:131-143.
- Ratcliffe, S., Ruiz-Benito, P., Kändler, G., Zavala, M.A. 2016. Retos y oportunidades en el uso de inventarios forestales nacionales para el estudio de la relación entre la diversidad y el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos en bosques. *Ecosistemas* 25:60-69.
- Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., West, C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6:93-107.
- Robinson, A.P., Walshe, T., Burgman, M.A., Nunn, M. 2017. *Invasive Species: Risk Assessment and Management*. Cambridge University Press, Cambridge, Estados Unidos.
- Ruiz-Benito, P., García-Valdés, R. 2016. Inventarios forestales para el estudio de patrones y procesos en Ecología. *Ecosistemas* 25:1-5.
- Ruiz-Benito, P., Madrigal-Gonzalez, J., Ratcliffe, S., Coomes, D.A., Kändler, G., Lehtonen, A., Wirth, C., et al. 2014. Stand structure and recent climate change constrain stand basal area change in European forests: a comparison across boreal, temperate, and Mediterranean biomes. *Ecosystems* 17:1439-1454.
- Ruiz-Benito, P., Vacchiano, G., Lines, E.R., Reyer, C.P.O., Ratcliffe, S., Morin, X., Hartig, F., et al. 2020. Available and missing data to model impacts of climate change on European forests. *Ecological Modelling* 416:108870.
- Sánchez-Pinillos, M., Coll, L., De Cáceres, M., Ameztegui, A. 2016. Assessing the persistence capacity of communities facing natural disturbances on the basis of species response traits. *Ecological indicators* 66:76-85.
- Scopus website. 2018. <https://www.scopus.com> [accedido el 21 de agosto de 2021].
- Simberloff, D., Martin, J.L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D.A., Aronson, J., Courchamp, F., et al. 2013. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution* 28:58-66.
- Tinkham, W.T., Mahoney, P.R., Hudak, A.T., Domke, G.M., Falkowski, M.J., Woodall, C.W., Smith, A.M. 2018. Applications of the United States Forest Inventory and Analysis dataset: A review and future directions. *Canadian Journal of Forest Research* 48:1251-1268.
- Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M., McRoberts, R.E. 2010. *National forest inventories: pathways for common reporting*. Springer, New York, Estados Unidos.
- Verheyen, K., Vanhellemont, M., Stock, T., Hermy, M. 2007. Predicting patterns of invasion by black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) in Flanders (Belgium) and its impact on the forest understorey community. *Diversity and Distributions* 13:487-497.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J., Melillo, J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277:494-499.
- Woodbury, P.B., Smith, J.E., Heath, L.S. 2007. Carbon sequestration in the US forest sector from 1990 to 2010. *Forest Ecology and Management* 241:14-27.

## Apéndice

**Tabla A1.** Listado de países que disponen de inventario forestal nacional (por orden alfabético) y fecha de su primer inventario forestal nacional. Información obtenida de Norton et al. (1990), Tomppo et al. (2010) y Tewari (2016).

**Table A1.** List of countries that have a national forest inventory (in alphabetical order) and date of their first national forest inventory. Information obtained from Norton et al. (1990), Tomppo et al. (2010) and Tewari (2016).

País	Fecha del primer inventario forestal
Alemania	1986
Australia	1988
Austria	1961
Bélgica	1978
Brasil	1980
Canadá	1981
China	1973
Chipre	2005
Corea del Sur	1972
Croacia	2005
Dinamarca	2002
Eslovaquia	2004
Eslovenia	1985
España	1965
Estados Unidos	1928
Estonia	1999
Finlandia	1920
Francia	1958
Grecia	1963
Holanda	1938
Hungría	1970
India	1965
Irlanda	2007
Islandia	2001
Italia	1983
Japón	1999
Letonia	2004
Lituania	1998
Luxemburgo	1999
Noruega	1919
Nueva Zelanda	2007
Polonia	1990
Portugal	1965
Reino Unido	1999
República Checa	1950
Rumanía	2006
Rusia	2007
Suecia	1923
Suiza	1983

### Referencias de la Tabla A1

- Norton, T.W., Mackey, B.G., Lindenmayer, D.B. 1990. Comments on biological and environmental data sets required for the Australian National Forest Inventory. *Australian Forestry* 53:124-130.
- Tewari, V.P. 2016. Forest inventory, assessment, and monitoring, and long-term forest observational studies, with special reference to India. *Forest science and technology* 12:24-32.
- Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M., McRoberts, R.E. 2010. *National forest inventories: pathways for common reporting*. Springer, New York, Estados Unidos.



**Tabla A2.** Información extraída de cada estudio. El símbolo (\*) indica los estudios relevantes para la revisión que estaban citados por los trabajos resultantes de la búsqueda de Scopus, pero que no estaban incluidos en dicha búsqueda.

**Table A2.** Information collected from each study. The symbol (\*) indicates the studies relevant to the review that were cited by the studies resulting from the Scopus search, but were not included in such search.

Referencia	Año de publicación	País	Número taxones exóticos	Número taxones nativos	Tipo de especies exóticas	Tipo de estudio
Lázaro-Lobo et al. (2021) Landscape Ecology, 36, 3539-3555	2021	Estados Unidos	16	0	Plantas	Riesgo de expansión
Wardet al. (2021) Forest Ecology and Management, 479, 118574	2021	Estados Unidos	1	1 (Fraxinus spp.)	Insectos	Impactos
Yang et al. (2021) Forest Ecology and Management, 482, 118892	2021	Estados Unidos	1	0	Árboles	Riesgo de expansión
*López-Sánchez et al. (2021) Forest Ecology and Management, 481, 118723	2021	España	1	0	Plantas	Riesgo de expansión
Lázaro-Lobo et al. (2021) Forest Ecology and Management, 483, 118930	2021	Estados Unidos	16	0	Árboles	Impactos
Marchi & Coccozza (2021) Plants, 10, 215	2021	Italia	1	0	Árboles	Distribución
Bindewald et al. (2021) Journal of Forest Research, 140, 883-899	2021	Alemania	2	0	Árboles	Distribución y demografía
Ward et al. (2020) Biological Invasions, 22, 3051-3066	2020	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Granger et al. (2020) Forest Science, 66, 38-48	2020	Estados Unidos	1	Todas spp. nativas del IFN	Insectos	Impactos
Díaz-Yáñez et al. (2020) Scientific reports, 10, 1-10	2020	Noruega	1	1	Patógenos	Impactos
Ols et al. (2020) Science of The Total Environment, 742, 140453	2020	Francia	3	5	Árboles	Demografía
Collins et al. (2020) Natural Areas Journal, 40, 336-344	2020	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Impactos
MacLean et al. (2020) Forests, 11, 498	2020	Estados Unidos	1	1 (Fraxinus spp.)	Insectos	Impactos
Robinett & McCullough (2019) Canadian Journal of Forest Research, 49, 510-520	2019	Estados Unidos	1	6	Insectos	Impactos
Alegria et al. (2019) Forest Ecology and Management, 432, 327-344	2019	Portugal	2	0	Árboles	Distribución
Pile et al. (2019) Forest Ecology and Management, 445, 110-121	2019	Estados Unidos	1	2	Árboles	Demografía
Golivets et al. (2019) Journal of Applied Ecology, 56, 2596-2608	2019	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Lyttek et al. (2019) Journal of economic entomology, 112, 2482-2488	2019	Estados Unidos	1	1	Insectos	Impactos
Petersson et al. (2019) Forest Ecology and Management, 444, 299-307	2019	Suecia	1	1 (Quercus spp.)	Ciervos	Impactos
Erdélyi et al. (2019) Tájékológiai Lapok, 17, 75-84	2019	Hungría	1	0	Árboles	Distribución
Potter et al. (2019) Forests, 10, 304	2019	Estados Unidos	55	703	Insectos y patógenos	Impactos
Pratašienė et al. (2019) Mediterranean Botany, 40	2019	Lituania	2	Todas spp. nativas del IFN	Árboles	Distribución
Fan et al. (2018) Mathematical and Computational Forestry and Natural-Resource Sciences, 10, 68-79	2018	Estados Unidos	4	0	Plantas	Distribución
Piou et al. (2018) Revue Forestière Française, 70, 621-637	2018	Francia	2	1 (Ulmus spp.)	Patógenos	Impactos
Enderle et al. (2018) Forests, 9, 25	2018	Alemania	1	1	Patógenos	Impactos
Jo et al. (2018) Ecology letters, 21, 217-224	2018	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Dyderski et al. (2018) Global change biology, 24, 1150-1163	2018	Polonia	3	9	Árboles	Distribución
Culpepper et al. (2018) Botanical studies, 59, 1-8	2018	Estados Unidos	1	0	Plantas	Distribución
Riitters et al. (2018) Forests, 9, 723	2018	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Munck et al. (2018) Forest Ecology and Management, 429, 449-456	2018	Estados Unidos	1	1	Patógenos	Impactos
Helmer et al. (2018) Remote Sensing, 10, 1724	2018	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Árboles	Distribución
Riitters et al. (2018) Diversity and Distributions, 24, 274-284	2018	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN		Plantas	Distribución

**Continuación Tabla A2.****Table A2 Continuation.**

Referencia	Año de publicación	País	Número taxones exóticos	Número taxones nativos	Tipo de especies exóticas	Tipo de estudio
Bindewald & Michiels (2018) Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 169, 86-92	2018	Alemania	1	0	Árboles	Demografía
Alberdi et al. (2017) Forest systems, 26, 14	2017	España	Todas spp. exóticas del IFN		Plantas	Distribución
Hughes et al. (2017) Biological Invasions, 19, 2143-2157	2017	Estados Unidos	2	1	Insectos y patógenos	Impactos
Morin et al. (2017) Biological invasions, 19, 703-711	2017	Estados Unidos	1	1 (Fraxinus spp.)	Insectos	Impactos
Krebs et al. (2017) Canadian Journal of Forest Research, 47, 727-734	2017	Estados Unidos	1	1	Insectos	Impactos
Vogt et al. (2016) Southeastern Naturalist, 15, 631-645	2016	Estados Unidos	1	2	Insectos	Impactos
Christensen et al. (2016) Gen Tech Rep PNW-GTR-913 Portland, OR: USDA-Forest Service, Pacific Northwest Research Station 293 p, 913	2016	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Vogt & Koch (2016) American Entomologist, 62, 46-58	2016	Estados Unidos	360	0	Insectos	Impactos
Blood et al. (2016) Forests, 7, 120	2016	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Moser et al. (2016) Forest Ecology and Management, 379, 195-205	2016	Estados Unidos	3	0	Plantas	Distribución
Morin & Liebhold (2016) Forestry, 89, 284-289	2016	Estados Unidos	1	Todas spp. nativas del IFN	Insectos	Impactos
*Iannone et al. (2016) Landscape Ecology, 31, 85-99	2016	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Demografía
Iverson et al. (2016) Ecosystems, 19, 248-270	2016	Estados Unidos	1	1	Insectos	Impactos
Asner et al. (2016) Carbon balance and management, 11, 1-13	2016	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Impactos
Sánchez-Pinillos et al. (2016) Ecological indicators, 66, 76-85	2016	España	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Demografía
Debeljak et al. (2015) Biological Conservation, 184, 310-319	2015	Eslovenia	2	1	Árboles	Impactos
Shearman et al. (2015) Biological Invasions, 17, 1371-1382	2015	Estados Unidos	1	1	Patógenos	Impactos
Franklin et al. (2015) Plant Ecology, 216, 873-886	2015	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Morin et al. (2015) Forest Ecology and Management, 341, 67-74	2015	Estados Unidos	2	5	Insectos	Impactos
Wang et al. (2015) Forests, 6, 4374-4390	2015	Estados Unidos	1	0	Plantas	Distribución
Iannone et al. (2015) Diversity and Distributions, 21, 1181-1192	2015	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Oswalt et al. (2015) NeoBiota 24, 49-54	2015	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Azuma et al. (2014) Forest Ecology and Management, 330, 183-191	2014	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Wang & Grant (2014) Diversity, 6, 652-664	2014	Estados Unidos	1	0	Plantas	Distribución
Wang et al. (2014) Journal of Forestry, 112, 346-353	2014	Estados Unidos	1	0	Plantas	Distribución
Hernández et al. (2014) Forest Ecology and Management, 329, 206-213	2014	España	2	0	Plantas	Distribución
DeSantis et al. (2013) Agricultural and Forest Meteorology, 178, 120-128	2013	Estados Unidos	1	0	Insectos	Riesgo de expansión
Fan et al. (2013) Forest Science, 59, 38-49	2013	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Trotter et al. (2013) Biological invasions, 15, 2667-2679	2013	Estados Unidos	1	4	Insectos	Impactos
*Miller et al. (2013) Gen Tech Rep SRS-GTR-178 Asheville, NC: USDA-Forest Service, Southern Research Station 178, 397-456	2013	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Schulz & Gray (2013) Environmental monitoring and assessment, 185, 3931-3957	2013	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Flower et al. (2013) Biological Invasions, 15, 931-944	2013	Estados Unidos	1	21	Insectos	Impactos

**Continuación Tabla A2.****Table A2 Continuation.**

Referencia	Año de publicación	País	Número taxones exóticos	Número taxones nativos	Tipo de especies exóticas	Tipo de estudio
Podrázský et al. (2013) Journal of Forest Science, 59, 398-404	2013	República Checa	1	0	Árboles	Demografía
Lemke, D. & Brown, J A (2012) Habitat modeling of alien plant species at varying levels of occupancy Forests, 3(3), 799-817	2012	Estados Unidos	3	0	Plantas	Riesgo de expansión
Silva et al. (2012) Journal of Vegetation Science, 23, 313-324	2012	Francia	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Impactos
Pugh et al. (2011) Canadian journal of forest research, 41, 2165-2175	2011	Estados Unidos	1	1 (Fraxinus spp.)	Insectos	Impactos
*Oswalt & Oswalt (2011) Gen Tech Rep NRS-P-78 Newtown Square, PA: USDA-Forest Service, Northern Research Station: 447-459	2011	Estados Unidos	53	0	Plantas	Distribución
Lamsal (2011) Forest Ecology and Management, 262, 989-998	2011	Estados Unidos	1	5	Patógenos	Riesgo de expansión
Barrett & Christensen (2011) Gen Tech Rep PNW-GTR-835 Portland, OR: USDA-Forest Service, Pacific Northwest Research Station 156 p, 835	2011	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Lemke et al. (2011) Forest Ecology and Management, 262, 139-149	2011	Estados Unidos	1	0	Plantas	Riesgo de expansión
Magarey et al. (2011) EPPO Bulletin, 41, 46-56	2011	Estados Unidos	2	2	Caracol gigante africano	Riesgo de expansión
Garnas et al. (2011) Journal of Ecology, 99, 532-541	2011	Estados Unidos	3	Todas spp. nativas del IFN	Insectos y patógenos	Impactos
Busby & Canham (2011) Canadian Journal of Forest Research, 41, 401-411	2011	Estados Unidos	3	Todas spp. nativas del IFN	Insectos y patógenos	Impactos
Campbell et al. (2010) Gen Tech Rep PNW-GTR-800 Portland, OR: USDA-Forest Service, Pacific Northwest Research Station 189 p, 800	2010	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Salajanu & Jacob (2010) ASPRS 2010 Annual Conference San Diego, California	2010	Estados Unidos	1	0	Plantas	Distribución
Ducey & Knapp (2010) Forest Ecology and Management, 260, 1613-1622	2010	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
*Crockner & Meneguzzo (2009) US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station (Vol 56)	2009	Estados Unidos	1	1 (Fraxinus spp.)	Insectos	Distribución
Schulz (2009) US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station (Vol 781)	2009	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Huebner et. (2009) Forest Ecology and Management, 257, 258-270	2009	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Salajanu & Jacobs (2009) Proceedings of ASPRS 2009 annual conference Baltimore, MD	2009	Estados Unidos	2	0	Plantas	Distribución
*Gray (2008) Invasive Plants and Forest Ecosystems (pp 217-235) CRC Press	2008	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Shaw, J D (2008) Forest-Biogeosciences and Forestry, 1, 81	2008	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Batish (2008) Invasive Plants and Forest Ecosystems (pp 193-210) CRC Press	2008	Australia	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Hussain et al. (2008) Forest Science, 54, 339-348	2008	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Árboles	Distribución
Koch & Smith (2008) Environmental entomology, 37, 442-452	2008	Estados Unidos	1	2	Insectos	Riesgo de expansión
*Gray (2007) Meeting the challenge: Invasive plants in Pacific Northwest ecosystems (Vol 694, p 143) USDA-Forest Service, Pacific Northwest Research Station	2007	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Verheyen et al. (2007) Diversity and Distributions, 13, 487-497	2007	Bélgica	1	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución e impactos
*Barrett et al. (2006) Journal of Forestry, 104, 61-64	2006	Estados Unidos	1	3	Insectos	Impactos
Oswalt et al. (2006) Caribbean Journal of Science, 42, 53-66	2006	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Gray & Azuma (2005) Ecological indicators, 5, 57-71	2005	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
Gray (2005) Environmental monitoring and assessment, 100, 109-127	2005	Estados Unidos	8	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
*Rudis et al. (2006) Proceedings of the sixth annual FIA Symposium (pp 49-64) Denver, CO: USDA-Forest Service. Gen Tech Rep WO-70	2004	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	0	Plantas	Distribución
Campbell (2003) Forests of eastern Oregon: an overview USDA-Forest Service	2003	Estados Unidos	Todas spp. exóticas del IFN	Todas spp. nativas del IFN	Plantas	Distribución
McKenney et al. (2003) Environmental Monitoring and Assessment, 88, 445-461	2003	Canadá	Todas spp. exóticas del IFN	0	Insectos	Impactos

**Tabla A3.** Especies exóticas consideradas en cada estudio.**Table A3.** Exotic species considered in each study.

Referencia	País	Especies exóticas
Lázaro-Lobo et al. (2021) Landscape Ecology, 36, 3539-3555	Estados Unidos	<i>Ailanthus altissima</i> , <i>Albizia julibrissin</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Pyrus calleryana</i> , <i>Triadica sebifera</i> , <i>Elaeagnus pungens</i> , <i>Lespedeza cuneata</i> , <i>Ligustrum japonicum</i> , <i>Ligustrum spp.</i> ( <i>≠L. japonicum</i> ), <i>Rosa spp.</i> (non-natives), <i>Lonicera japonica</i> , <i>Lygodium japonicum</i> , <i>Pueraria montana var. lobata</i> , <i>Imperata cylindrica</i> , <i>Microstegium vimineum</i> y <i>Schedonorus phoenix</i>
Wardet al. (2021) Forest Ecology and Management, 479, 118574	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Yang et al. (2021) Forest Ecology and Management, 482, 118892	Estados Unidos	<i>Triadica sebifera</i>
López-Sánchez et al. (2021) Forest Ecology and Management, 481, 118723	España	<i>Eucalyptus globulus</i>
Lázaro-Lobo et al. (2021) Forest Ecology and Management, 483, 118930	Estados Unidos	<i>Ailanthus altissima</i> , <i>Albizia julibrissin</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Pyrus calleryana</i> , <i>Triadica sebifera</i> , <i>Elaeagnus pungens</i> , <i>Lespedeza cuneata</i> , <i>Ligustrum japonicum</i> , <i>Ligustrum spp.</i> ( <i>≠L. japonicum</i> ), <i>Rosa spp.</i> (non-natives), <i>Lonicera japonica</i> , <i>Lygodium japonicum</i> , <i>Pueraria montana var. lobata</i> , <i>Imperata cylindrica</i> , <i>Microstegium vimineum</i> y <i>Schedonorus phoenix</i>
Marchi & Coccozza (2021) Plants, 10, 215	Italia	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Bindewald et al. (2021) Journal of Forest Research, 140, 883-899	Alemania	<i>Pseudotsuga menziesii</i> y <i>Quercus rubra</i>
Ward et al. (2020) Biological Invasions, 22, 3051-3066	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Granger et al. (2020) Forest Science, 66, 38-48	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Díaz-Yáñez et al. (2020) Scientific reports, 10, 1-10	Noruega	<i>Hymenoscyphus fraxineus</i>
Ols et al. (2020) Science of The Total Environment, 742, 140453	Francia	<i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Pinus pinaster</i> y <i>Pinus nigra subsp. laricio</i>
Collins et al. (2020) Natural Areas Journal, 40, 336-344	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
MacLean et al. (2020) Forests, 11, 498	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Robinett & McCullough (2019) Canadian Journal of Forest Research, 49, 510-520	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Alegria et al. (2019) Forest Ecology and Management, 432, 327-344	Portugal	<i>Eucalyptus globulus</i> y <i>Pinus pinaster</i>
Pile et al. (2019) Forest Ecology and Management, 445, 110-121	Estados Unidos	<i>Triadica sebifera</i>
Golivets et al. (2019) Journal of Applied Ecology, 56, 2596-2608	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Lyttek et al. (2019) Journal of economic entomology, 112, 2482-2488	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Petersson et al. (2019) Forest Ecology and Management, 444, 299-307	Suecia	<i>Capreolus capreolus</i>
Erdélyi et al. (2019) Tájékológiai Lapok, 17, 75-84	Hungría	<i>Ailanthus altissima</i>
Potter et al. (2019) Forests, 10, 304	Estados Unidos	<i>Insectos y patógenos</i>
Pratašienė et al. (2019) Mediterranean Botany, 40	Lituania	<i>Sambucus nigra</i> y <i>Sambucus racemosa</i>
Fan et al. (2018) Mathematical and Computational Forestry and Natural-Resource Sciences, 10, 68-79	Estados Unidos	<i>Rosa multiflora</i> , <i>Lonicera spp.</i> , <i>Rhamnus cathartica</i> y <i>Alliaria petiolata</i>
Piou et al. (2018) Revue Forestière Française, 70, 621-637	Francia	<i>Ophiostoma ulmi</i> y <i>O. novo-ulmi</i>
Enderle et al. (2018) Forests, 9, 25	Alemania	<i>Hymenoscyphus fraxineus</i>
Jo et al. (2018) Ecology letters, 21, 217-224	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Dyderski et al. (2018) Global change biology, 24, 1150-1163	Polonia	<i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Quercus rubra</i> y <i>Robinia pseudoacacia</i>
Culpepper et al. (2018) Botanical studies, 59, 1-8	Estados Unidos	<i>Microstegium vimineum</i>
Riitters et al. (2018) Forests, 9, 723	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Munck et al. (2018) Forest Ecology and Management, 429, 449-456	Estados Unidos	<i>Sirococcus tsugae</i>

**Continuación Tabla A3.****Table A3 Continuation.**

Referencia	País	Especies exóticas
Helmer et al. (2018) Remote Sensing, 10, 1724	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Riitters et al. (2018) Diversity and Distributions, 24, 274-284	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Bindewald & Michiels (2018) Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 169, 86-92	Alemania	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Alberdi et al. (2017) Forest systems, 26, 14	España	Todas especies exóticas del IFN
Hughes et al. (2017) Biological Invasions, 19, 2143-2157	Estados Unidos	<i>Xyleborus glabratus</i> y <i>Raffaelea lauricola</i>
Morin et al. (2017) Biological invasions, 19, 703-711	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Krebs et al. (2017) Canadian Journal of Forest Research, 47, 727-734	Estados Unidos	<i>Adelges tsugae</i>
Vogt et al. (2016) Southeastern Naturalist, 15, 631-645	Estados Unidos	<i>Adelges tsugae</i>
Christensen et al. (2016) Gen Tech Rep PNW-GTR-913 Portland, OR: USDA-Forest Service, Pacific Northwest Research Station 293 p, 913	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Vogt & Koch (2016) American Entomologist, 62, 46-58	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Blood et al. (2016) Forests, 7, 120	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Moser et al. (2016) Forest Ecology and Management, 379, 195-205	Estados Unidos	<i>Rosa multiflora</i> , <i>Lonicera spp.</i> y <i>Rhamnus cathartica</i>
Morin & Liebhold (2016) Forestry, 89, 284-289	Estados Unidos	<i>Lymtria dispar</i>
Iannone et al. (2016) Landscape Ecology, 31, 85-99	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Iverson et al. (2016) Ecosystems, 19, 248-270	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Asner et al. (2016) Carbon balance and management, 11, 1-13	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Sánchez-Pinillos et al. (2016) Ecological indicators, 66, 76-85	España	Todas especies exóticas del IFN
Debeljak et al. (2015) Biological Conservation, 184, 310-319	Eslovenia	<i>Populus × canadensis</i> y <i>Populus deltoides</i>
Shearman et al. (2015) Biological Invasions, 17, 1371-1382	Estados Unidos	<i>Raffaelea lauricola</i>
Franklin et al. (2015) Plant Ecology, 216, 873-886	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Morin et al. (2015) Forest Ecology and Management, 341, 67-74	Estados Unidos	<i>Adelges tsugae</i> y beech scale
Wang et al. (2015) Forests, 6, 4374-4390	Estados Unidos	<i>Lonicera japonica</i>
Iannone et al. (2015) Diversity and Distributions, 21, 1181-1192	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Oswalt et al. (2015) NeoBiota 24, 49-54	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Azuma et al. (2014) Forest Ecology and Management, 330, 183-191	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Wang & Grant (2014) Diversity, 6, 652-664	Estados Unidos	<i>Ligustrum sinense</i>
Wang et al. (2014) Journal of Forestry, 112, 346-353	Estados Unidos	<i>Triadica sebifera</i>
Hernández et al. (2014) Forest Ecology and Management, 329, 206-213	España	<i>Acacia dealbata</i> y <i>Acacia melanoxylon</i>
DeSantis et al. (2013) Agricultural and Forest Meteorology, 178, 120-128	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Fan et al. (2013) Forest Science, 59, 38-49	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Trotter et al. (2013) Biological invasions, 15, 2667-2679	Estados Unidos	<i>Adelges tsugae</i>
Miller et al. (2013) Gen Tech Rep SRS-GTR-178 Asheville, NC: USDA-Forest Service, Southern Research Station 178, 397-456	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Schulz & Gray (2013) Environmental monitoring and assessment, 185, 3931-3957	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Flower et al. (2013) Biological Invasions, 15, 931-944	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Podrázský et al. (2013) Journal of Forest Science, 59, 398-404	República Checa	<i>Pseudotsuga menziesii</i>

**Continuación Tabla A3.****Table A3 Continuation.**

Referencia	País	Especies exóticas
Lemke, D. & Brown, J A (2012) Habitat modeling of alien plant species at varying levels of occupancy Forests,3(3), 799-817	Estados Unidos	<i>Ligustrum spp.</i> , <i>Lolium arundinaceum</i> y <i>Albizia julibrissin</i>
Silva et al. (2012) Journal of Vegetation Science, 23, 313-324	Francia	Todas especies exóticas del IFN
Pugh et al. (2011) Canadian journal of forest research, 41, 2165-2175	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Oswalt & Oswalt (2011) Gen Tech Rep NRS-P-78 Newtown Square, PA: USDA-Forest Service, Northern Research Station: 447-459	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Lamsal (2011) Forest Ecology and Management, 262, 989-998	Estados Unidos	<i>Phytophthora ramorum</i>
Barrett & Christensen (2011) Gen Tech Rep PNW-GTR-835 Portland, OR: USDA-Forest Service, Pacific Northwest Research Station 156 p, 835	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Lemke et al. (2011) Forest Ecology and Management, 262, 139-149	Estados Unidos	<i>Lonicera japonica</i>
Magarey et al. (2011) EPPO Bulletin, 41, 46-56	Estados Unidos	<i>Harpophora maydis</i> y <i>Achatina fulica</i>
Garnas et al. (2011) Journal of Ecology, 99, 532-541	Estados Unidos	<i>Cryptococcus fagisuga</i> , <i>Neonectria faginata</i> y <i>Neonectria ditissima</i>
Busby & Canham (2011) Canadian Journal of Forest Research, 41, 401-411	Estados Unidos	<i>Cryptococcus fagisuga</i> , <i>Neonectria faginata</i> y <i>Neonectria ditissima</i>
Campbell et al. (2010) Gen Tech Rep PNW-GTR-800 Portland, OR: USDA-Forest Service, Pacific Northwest Research Station 189 p, 800	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Salajanu & Jacob (2010) ASPRS 2010 Annual Conference San Diego, California	Estados Unidos	<i>Ligustrum spp.</i>
Ducey & Knapp (2010) Forest Ecology and Management, 260, 1613-1622	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Crocker & Meneguzzo (2009) US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station (Vol 56)	Estados Unidos	<i>Agrilus planipennis</i>
Schulz (2009) US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station (Vol 781)	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Huebner et. (2009) Forest Ecology and Management, 257, 258-270	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Salajanu & Jacobs (2009) Proceedings of ASPRS 2009 annual conference Baltimore, MD	Estados Unidos	<i>Lonicera spp.</i> y <i>Ligustrum spp.</i>
Gray (2008) Invasive Plants and Forest Ecosystems (pp 217-235) CRC Press	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Shaw, J D (2008) Iforest-Biogeosciences and Forestry, 1, 81	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Batish (2008) Invasive Plants and Forest Ecosystems (pp 193-210) CRC Press	Australia	Todas especies exóticas del IFN
Hussain et al. (2008) Forest Science, 54, 339-348	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Koch & Smith (2008) Environmental entomology, 37, 442-452	Estados Unidos	<i>Xyleborus glabratus</i>
Gray (2007) Meeting the challenge: Invasive plants in Pacific Northwest ecosystems (Vol 694, p 143) USDA-Forest Service, Pacific Northwest Research Station	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Verheyen et al. (2007) Diversity and Distributions, 13, 487-497	Bélgica	<i>Prunus serotina</i>
Barrett et al. (2006) Journal of Forestry, 104, 61-64	Estados Unidos	<i>Phytophthora ramorum</i>
Oswalt et al. (2006) Caribbean Journal of Science, 42, 53-66	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Gray & Azuma (2005) Ecological indicators, 5, 57-71	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Gray (2005) Environmental monitoring and assessment, 100, 109-127	Estados Unidos	<i>Cirsium spp.</i> , <i>Cytisus scoparius</i> , <i>Digitalis purpurea</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Hypericum perforatum</i> , <i>Ilex aquifolium</i> , <i>Rubus discolor</i> y <i>Rubus laciniatus</i>
Rudis et al. (2006) Proceedings of the sixth annual FIA Symposium (pp 49-64) Denver, CO: USDA-Forest Service. Gen Tech Rep WO-70	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
Campbell (2003) Forests of eastern Oregon: an overview USDA-Forest Service	Estados Unidos	Todas especies exóticas del IFN
McKenney et al. (2003) Environmental Monitoring and Assessment, 88, 445-461	Canadá	Todas especies exóticas del IFN