



2022
Lleida

27·1
junio · juny
julio · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Distribución conocida de las especies del género exótico *Xylosandrus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) en España.

GALLEGO CAMBRONERO, D.¹, MOLINA VERDÚ, N.¹, DI SORA, N.¹, GONZÁLEZ ROSA, E.², CLOSA SALINAS, A.³, NÚÑEZ VÁZQUEZ, L.³, RIBA FLINCH, J.M.⁴, COMPARINI GARCÍAS, C.⁵, ROCA SANTANDREU, A.⁶, MAS I GISBERT, H.⁷; LEZA SALORD, M.M.⁷

¹ Departamento de Ecología, Universidad de Alicante

² SILCO, S.L.

³ Govern de les Illes Balears, Direcció General de Espacios Naturales y Biodiversidad, Servicio de Sanidad Forestal.

⁴ Doctor Biólogo-entomólogo, especialista en Fitopatología Ornamental y Forestal.

⁵ Bióloga y especialista en entomología aplicada.

⁶ Ingeniero Técnico Agrícola y Asesor Fitosanitario.

⁷ VAERSA

⁸ Departamento de Biología, Universidad de las Islas Baleares (UIB).

Resumen

Ciertos grupos biológicos están predispuestos para invadir nuevos territorios, facilitado por las actividades humanas. Los Xyleborini (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) reúnen características que les dotan de capacidad invasiva: i) haplodiploidía, una única hembra puede generar poblaciones viables; ii) polifagia, no se alimentan del hospedador vegetal, sino de hongos que transportan en micangios y que cultivan en las galerías que perforan (xilomicetofagia), y iii) perforan xilema vivo, siendo muy difíciles de detectar al no causar un decaimiento tan rápido como los floemofagos. Entre estos Xyleborini se encuentra el género *Xylosandrus*, con unas 54 especies. Tres de estas, *Xylosandrus germanus*, *X. crassiusculus* y *X. compactus*, han invadido numerosos países, incluido España. Se presentan datos actualizados sobre la distribución conocida de estas tres especies en España. *X. germanus* fue citado por primera vez en 2003 y se distribuye por el País Vasco, y posiblemente territorios colindantes. En 2021 esta especie ha sido encontrada atacando algarrobo en Vila-seca, (Tarragona) y capturado en trampas en Gandía, (Valencia) y Platja d'Aro, (Girona) *X. crassiusculus* fue detectado en 2016 y en la actualidad se encuentra restringido a dos focos próximos a la ciudad de Valencia, atacando casi exclusivamente algarrobo. *X. compactus* ha sido detectado recientemente, en 2019 y 2020 en el oeste de Mallorca, sobre algarrobo de jardinería, y en 2020 en Banyoles (Girona) atacando a laurel y Liquidambar de jardinería, en Vila-seca (Tarragona) atacando algarrobo y avellano, en Platja d'Aro y Vidreres (Girona) sobre laurel.

Palabras clave

Invasión biológica, Xilomicetofagia, Xyleborini, *Xylosandrus germanus*, *Xylosandrus crassiusculus*, *Xylosandrus compactus*.

1. Introducción

Las invasiones biológicas son una de las principales amenazas a la biodiversidad local y, en ocasiones, a los recursos naturales de áreas más o menos extensas (revisión en Richardson et al., 2000). De cualquier forma no hay que olvidar que los procesos de invasión biológica han ocurrido de forma natural innumerables veces a lo largo de la historia de la vida y forman parte de los motores evolutivos. Pero en la actualidad nadie pone en duda que la actividad comercial ligada a la globalización ha aumentado la frecuencia de las invasiones biológicas, en este caso mediadas o facilitadas por la actividad humana, y que sus impactos son en muchos casos impredecibles (Richardson et al., 2000).

Un proceso de invasión biológica es complejo y necesita que diferentes factores confluyan para tener éxito. Richardson et al. (2000) definieron estos factores: transporte, introducción, colonización, naturalización, expansión e impacto. Los procesos de globalización y el movimiento a larga distancia de todo tipo de mercancías están facilitando el transporte, generalmente involuntario, de organismos que viajan ocultos en las mercancías o en sus contenedores. Una vez llegado a destino, si estos organismos son capaces de abandonar el medio de transporte y sobrevivir en el nuevo territorio, se produce la introducción. Una vez introducidos, si consiguen sobrevivir durante al menos una generación, entonces se habrá producido una colonización. Pero sólo cuando estas colonias se mantienen en el tiempo, completando su ciclo biológico durante varias generaciones en este nuevo territorio, se podrá hablar de naturalización. Tras esta naturalización puede producirse la expansión, con la generación de nuevas colonias en otros lugares del nuevo territorio. Tras la expansión puede producirse una repercusión, que puede conllevar pérdidas económicas, u otras alteraciones ecosistémicas, siendo ésta la fase de impacto.

No todos los organismos tienen la misma capacidad intrínseca para la invasión biológica. En general, cuanto más pequeño y mayor capacidad de ocultación tenga un organismo o sus propágulos, mayor será la probabilidad de que sea transportado involuntariamente (Richardson et al., 2000). Entre estos organismos pequeños y crípticos se encuentran las especies de la subfamilia Scolytinae (Coleoptera, Curculionidae) y particularmente las de la tribu Xyleborini. Esta tribu es un grupo muy diverso y en constante revisión taxonómica que contiene al género *Xylosandrus* Reitter, 1913, compuesto por 54 especies de origen asiático (Dole et al., 2010). Morfológicamente son muy similares al género *Anisandrus*, representados en Europa por *Anisandrus dispar* (Fabricius, 1792), aunque con las procoxas separadas (Faccoli, 2008). Este género, al igual que el resto de la tribu Xyleborini, reúnen las características biológicas para constituirse en especies invasoras.

La alta polifagia que caracteriza a los Xyleborini es debida a que practican xilomicetofagia, una interacción más o menos específica, que puede llegar a simbiosis, entre unos grupos de insectos y ciertas especies de hongos. Esta interacción insecto-hongo es muy común en el grupo de los Scolytinae y los Platypodinae. Particularmente, los Xyleborini transportan esporas de hongos llamados de ambrosía en órganos especializados, que en el caso de *Xylosandrus* se encuentran en un repliegue de la cutícula entre el pronoto y el mesonoto. Una vez que una hembra perfora una galería en un vegetal adecuado, las esporas germinan y el hongo comienza a tapizar la galería. La hembra pondrá los huevos en esas galerías y los hongos servirán de alimento a las larvas tras la eclosión. Esto puede entenderse como una forma de agricultura similar a la practicada por algunas especies de Formicidae.

Los Xyleborini perforan las galerías en el xilema de numerosas especies leñosas de forma muy críptica, por lo que son extremadamente difíciles de localizar en las inspecciones de frontera, lo que asegura la fase de Transporte. Además, la xilomicetofagia y su capacidad de vuelo aseguran encontrar un hospedador susceptible de ser atacado en las proximidades de la zona de llegada al nuevo territorio, permitiendo la Introducción. Tanto la Colonización como la Naturalización están facilitadas por la haplodiploidía, ya que a partir de una única hembra fecundada se pueden establecer nuevas colonias viables. La Expansión se facilitaría gracias a las dos características anteriores y a su capacidad de vuelo dispersivo. El Impacto podría venir ligado precisamente a la xilomicetofagia, ya que la inoculación de hongos exóticos en las especies vegetales nativas puede desencadenar enfermedades, como la marchitez del aguacate en Florida (EEUU), producida por el hongo alóctono *Raffaelea lauricola*, que es transportado en los micangios de *Xyleborus glabratus* Eichhoff, 1877 (Fraedrich et al., 2008); o entre algunas especies de Xyleborini y el hongo *Cryphonectria parasitica*, agente patógeno del chancro del castaño (Frigimelica & Faccoli, 1998, Rassati et al., 2020).

Tres especies del género *Xylosandrus* nativas del sudeste asiático: *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894), *X. crassiusculus* (Motschulsky, 1866) y *X. compactus* (Eichhoff, 1876), han expandido su rango de distribución notablemente en las últimas décadas, invadiendo numerosos países con clima tropical, subtropical y templado de todos los continentes (EPPO, 2021), entre ellos España. El presente trabajo pretende revisar la distribución conocida de estas tres especies en España.

2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es revisar la distribución conocida de las tres especies de *Xylosandrus* exóticas a la fauna ibérica, *Xylosandrus germanus*, *X. crassiusculus* y *X. compactus*, tomando como fuentes la bibliografía y datos propios recogidos en el marco del proyecto Life SAMFIX

3. Metodología

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica usando las bases de datos SCOPUS y Google Académico, utilizando las palabras clave “*Xylosandrus*”, “Spain”, “Iberian Peninsula” y sus interacciones. Se han encontrado tan sólo dos referencias bibliográficas en las que no figuran como autores los firmantes del presente trabajo. El resto de los registros de este género en España han sido reportados por los autores de este trabajo, muchos de ellos en el marco del proyecto europeo LIFE SAMFIX (LIFE17 NAT/IT/000609). Se han recopilado todas las referencias geográficas e información sobre los hospedadores o medio de detección y se han elaborado mapas de distribución usando QGIS (Qgis Development Team, 2020)

4. Resultados

Xylosandrus germanus (Blandford, 1894)

Esta especie ha invadido numerosos países del hemisferio norte. En Europa, la primera cita de *X. germanus* ocurrió en Alemania occidental en 1951, posiblemente relacionada con importaciones de madera norteamericana tras la 2ª Guerra Mundial, aunque es posible que estuviera presente desde la década de 1920 (revisión en Galko et al., 2019). En la actualidad está presente en cuatro provincias canadienses, 26 estados de Estados Unidos, siete provincias de China, cuatro regiones o islas japonesas, Vietnam, Corea del Sur, Taiwan, Nueva Zelanda, la Rusia Europea y el extremo oriente ruso. En Europa ha sido citado en 20 países (EPPO, 2021), entre ellos España, donde fue citado por primera vez en 2007 (López et al., 2007), aunque se trataba de insectos capturados en trampas en 2003 en una localidad de Vizcaya (Figura 1). Goldarazena et al. (2014) reportaron la captura de nuevos ejemplares en trampas cebadas en 2011 y 2012, en otras tres localidades del oriente de Euskadi (Figura 1, Figura 2, Tabla 1). En primavera de 2011 se capturaron nueve ejemplares en una trampa de la Red de Alerta Temprana (RAT) de la Comunidad Valenciana instalada en el puerto de Gandía (Valencia), sin haber encontrado su planta hospedadora. Se trata de una trampa modelo Crosstrap cebada con alfa-pineno, etanol, ipsenol, ipsdienol y cis-verbenol (ECONEX, España). También ha sido capturado en trampas cebadas con etanol y alfa-pineno en Vila-seca, (Tarragona), en junio de 2021, y Platja d’Aro (Girona) en abril de 2021. Los únicos registros de daños ataques a hospedador en España se han encontrado en Vila-seca, sobre tronco y rama gruesa de ejemplares de *C. siliqua*. En cambio, en el resto de Europa se han registrado ataques en especies forestales, sobre todo en madera cortada de *Fagus sylvatica*, diferentes especies de robles (*Quercus* spp.), *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*, diferentes especies de olmo (*Ulmus* spp.) y de tilo (*Tilia* spp.), *Castanea sativa* y *Carpinus betulus*, así como en plantaciones de *Juglans regia* en Italia y de *Actinidia deliciosa* y *Corylus avellana* en Turquía (revisión en Galko et al., 2019).

***Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky, 1866)**

Especie nativa del sudeste asiático (EPPO 2021), ha invadido seis provincias chinas, 10 provincias indias, siete provincias indonesias, Israel, las dos Coreas, tres provincias malayas y otros ocho países del sur de Asia. Fuera de Asia se ha introducido en 14 países del África tropical, incluyendo islas del Índico, cuatro estados de Brasil, Argentina, Uruguay, la Guayana Francesa, Guatemala, Honduras y Panamá, 25 estados de EEUU y una provincia canadiense. En Oceanía está presente en un estado australiano, Nueva Zelanda y dos países de melanesia y uno de micronesia. En Europa *X. crassiusculus* se citó por primera vez en el norte de Italia en 2003 (Pennacchio et al., 2003). En Francia fue descubierto en 2014 en Mont Boron, en 2016 en la Reserva Biológica de Sainte Marguerite (Sur de Francia). En España se detectó por primera vez en 2016 en Benifaió, en Valencia (Gallego et al., 2017). En 2017 fue capturado en el oeste de Eslovenia (Kavcic, 2018).

En España se conocen únicamente tres localidades con presencia de esta especie, ambas en Valencia (Figura 1, Figura 2, Tabla 1). La primera, localizada en 2016 (Gallego et al., 2016), cubre unas 1300 ha, con una treintena de algarrobos afectados ubicados en los municipios de Benifaió, Picassent y Alfarp (Valencia), y capturas en una red trampas compuesta por 40 trampas cebadas con alfa pineno y etanol y 10 trampas cebadas con alfa-pineno, etanol, alfa-copaeno y quercivorol. Esta zona constituye la zona central del proyecto LIFE SAMFIX en España y en ella se han capturado 2916 ejemplares de *X. crassiusculus* en trampas desde abril de 2019 a diciembre 2021.

En la segunda localidad, en Náquera, descubierta en 2020 a unos 30 km de la primera, se han localizado 11 algarrobos afectados en algo más de media hectárea. Se han capturado muchos más ejemplares, un total 6808 ejemplares en trampas cebadas con alfa-pineno, etanol, alfa-copaeno y quercivorol, desde julio de 2020 a diciembre de 2021. La tercera localidad, Bétera, se ha encontrado en 2021, con un único algarrobo de gran porte afectado. En las dos últimas localidades, Náquera y Bétera, se ha producido la muerte de sendos algarrobos muy longevos y de gran porte, el primero durante el verano de 2020 y el segundo en el verano de 2021. Tan sólo se han registrado tres muertes de algarrobos por ataque de *X. crassiusculus*, los dos casos que acaban de citarse, sumados a un primero registrado en Benifaió en 2016. Al menos en los casos de 2016 y 2020 no se ha mermado la capacidad de rebrote de cepa (Figura 2) aunque la totalidad de la parte aérea estuviera muerta.

Pese a ser una especie altamente polífaga, en Europa tan sólo se han registrado ataques de *X. crassiusculus* sobre *Ceratonia siliqua* y *Cercis siliquastrum*, *Olea europea* y *Lagerstroemia indica* (Barnouin et al, 2020), causando el secado de ramillos y la muerte de ramas, salvo los casos de muerte antes citados. En España se han detectado ataques exclusivamente sobre *C. siliqua*. No obstante existe un alto riesgo de ataque a otras especies hospedadoras (EPPO, 2020) como *Diospyrus kaki*, *Ficus carica*, *Malus domestica*, *Prunus avium*, *P. domestica*, *P. persica* y los géneros *Alnus*, *Quercus*, *Populus*, *Salix* y *Ulmus*. Todos estos taxones son fáciles de encontrar en el entorno de los árboles atacados.

***Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1876)**

Especie posiblemente nativa del sudeste asiático, una amplia zona que incluye 10 países del sur de Asia, Japón, Filipinas, más cuatro provincias chinas. Se localiza también en Timor Oriental, aunque posiblemente es introducido en esa isla. Ha invadido 28 países del África subsahariana, incluyendo Mauritania, Madagascar y Mauricio. En América ha sido introducido en ocho estados de EEUU, cinco estados del Caribe, seis estados brasileños, Perú y las Antillas Holandesas. En Oceanía está presente en Fiji, Nueva Zelanda, Papúa-Nueva Guinea, Samoa e Islas Salomón (EPPO, 2021).

X. compactus fue detectado por primera vez en Europa en 2010, en Italia, en las regiones de Campania y Toscana (Francardi et al., 2012, Pennacchio et al., 2012). Posteriormente fue detectado en 2016 en la región del Lazio, produciendo un intenso puntisecado a unas 13 ha de la maquia mediterránea del Parque Nacional del Circeo (Vannini et al., 2017). En Francia fue detectado en 2015 en una amplia zona de los Alpes Marítimos, aunque sus mayores poblaciones se han detectado cerca de Niza (Roques et al., 2019). En España fue citado por primera vez en Calvià (Figura 1, Figura 2, Tabla 1), Mallorca, en 2019 (Leza et al., 2020), atacando un algarrobo en un jardín privado. Durante el verano de 2020 se localizó otro ejemplar de algarrobo atacado en otro jardín privado en Andratx, también en Mallorca. La primera cita para la península ibérica se registró en un jardín de Banyoles, Platja d'Aro y Vidreres (Girona), en verano de 2020, tanto atacando planta hospedadora como en trampas cebadas con alfa-pineno y etanol (Riba et al., 2021). También fue encontrado en otoño de 2020 atacando *C. siliqua* y *Corylus avellana* en plantación, en Vila-seca (Tarragona)

Al igual que las otras dos especies, *X. compactus* también es muy polífaga. En Europa ataca *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Ruscus aculeatus*, *Laurus nobilis*, *Pistacea lentiscus* y *C. siliqua*. Los ataques en Mallorca tan sólo se han detectado sobre dos ejemplares ornamentales de *C. siliqua*, mientras que en Girona ha atacado a ejemplares ornamentales y silvestres de *Laurus nobilis* y un ejemplar de *Liquidambar styraciflua*. En Tarragona se han localizado ataques sobre *C. siliqua* y *C. avellana*. Hay que destacar que la mayor parte de los ataques de *X. compactus* en Europa están dirigidos a ramillos, ramas finas e incluso brotes. En cambio, en los algarrobos afectados en Mallorca, los ataques han ocurrido también sobre tronco principal y ramas gruesas (Leza et al., 2020). Este tipo de ataque fue reportado por primera vez por Gugliuzzo et al., (2019) en Sicilia en 2019, y fue considerado como un comportamiento inusual. En Girona y Tarragona, en cambio, los ataques se registran sobre ramillos y ramas de hasta 70 mm de diámetro (Riba et al., 2021).



Figura 1: Aspecto de las tres especies de *Xylosandrus* De izquierda a derecha: *X. compactus*, *X. germanus* y *X. crassiusculus*.

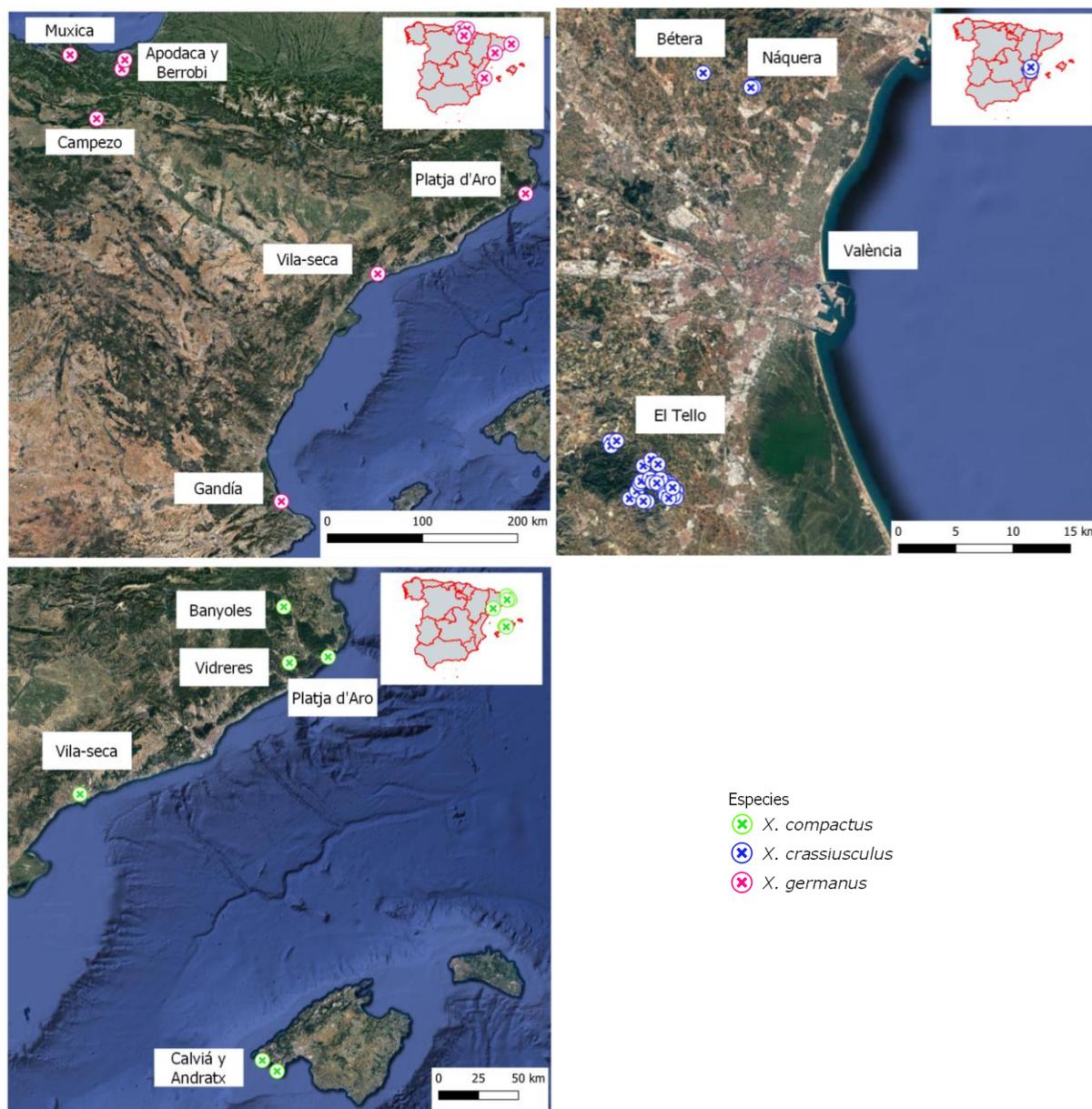


Figura 2: mapas de localidades con presencia de las diferentes especies de *Xylosandrus* en España

5. Discusión

Posiblemente las especies del género *Xylosandrus* han ido invadiendo la península y Baleares de forma silenciosa desde el comienzo del siglo XXI. Se considera invasión silenciosa cuando el organismo invasor es transportado e introducido en un nuevo territorio de forma totalmente inadvertida (Hulcr et al. 2021). Tanto la colonización como la naturalización y expansión se producen sin que los sistemas de vigilancia lo perciban y esto necesariamente tiene que implicar un impacto muy poco patente a corto plazo. Por lo tanto, las invasiones silenciosas son difíciles de detectar en las primeras fases, emergiendo cuando ya se encuentran en fase de expansión. Estas invasiones suelen ser detectadas por casualidad, siendo la ciencia ciudadana la que da la alerta en muchos casos. En el caso de insectos, sirven de ejemplo la invasión del Coccinélido europeo *Harmonia axyridis* en Centroamérica (Hiller & Haelewaters, 2019), el hemíptero asiático invasor *Halyomorpha halys* en París (Garrouste, 2018), la hormiga de fuego *Solenopsis invicta* en Australia

(Herald, 2016), o el redúvido norteamericano *Zelus renardii* en Europa (Vivas, 2012), todas detectadas mediante ciencia ciudadana.

Las invasiones de las tres especies del género *Xylosandrus* en España se ajustan muy bien a este patrón de invasión silenciosa, ya que han escapado a los sistemas de vigilancia y ha sido la casualidad y la ciencia ciudadana lo que ha permitido la detección de estas especies (Tabla 1). *X. germanus* fue detectado mediante trampas no selectivas o cuya diana era otra especie (López et al., 2007; Goldarazena et al., 2014); profesionales de la jardinería fueron quienes alertaron de la presencia de daños inusuales en jardines privados, que resultaron en la localización de *X. compactus* de las dos ubicaciones mallorquinas y la ubicación de Girona (Leza et al., 2020, Riba et al., 2021). En cambio, la localización de *X. compactus* en Vila-seca fue consecuencia del aviso por parte de cultivadores de algarrobo al servicio de Sanidad Vegetal de la Generalitat de Catalunya. Lo mismo ocurrió con las localizaciones valencianas de *X. crassiusculus*, aunque en este caso fueron particulares quienes dieron la alerta (Gallego et al., 2016). La ciencia ciudadana es un elemento clave para la detección de las invasiones silenciosas y debe ser potenciada.

Tabla 1: Datos relativos a la detección de las especies de *Xylosandrus* en España.

Especie	Ubicación	Año	Detección
<i>X. germanus</i>	Muxika (Bizcaya)	2003	Red de trampeo no selectivo junto a parques de madera.
	Berrobi (Gipuzkoa)	2011, 2012	Trampa cebada con feromona de <i>Ips sexdentatus</i> .
	Campezo (Álava)	2012	Trampa cebada con feromona de <i>Pityophthorus juglandis</i> .
	Apodaka (Álava)	2012	
	Vila-seca (Tarragona)	2021	Acciones de seguimiento tras detección de <i>X. compactus</i> en 2020
	Platja d'Aro (Girona)	2021	
	Gandía (Valencia)	2021	Red de Alerta Temprana (RAT) del Servicio de Sanidad Forestal de la Comunidad Valenciana
<i>X. crassiusculus</i>	Benifaió (Valencia)	2016	Alerta por ciudadano sin información previa.
	Picassent (Valencia)	2018	Proyecto LIFE SAMFIX
	Monserrat y Alfarp (Valencia)	2019	
	Náquera (Valencia)	2020	Alerta por ciencia ciudadana promovida por SAMFIX
	Bétera (Valencia)	2021	
<i>X. compactus</i>	Calvià (Mallorca)	2019	Alerta por ciencia ciudadana promovida por SAMFIX
	Andratx (Mallorca)	2020	
	Banyoles (Girona)	2020	
	Platja d'Aro	2020	

	(Girona)		
	Vidreres (Girona)	2020	
	Vila-seca (Tarragona)	2020	Alerta por un agricultor sin información previa

Detección y control de las invasiones de *Xylosandrus*: El proyecto LIFE SAMFIX.

Hasta el momento, la máxima manifestación de daños producidos por *Xylosandrus* en Europa fue el puntisechado masivo de una gran zona del Parque Nacional del Circeo, ubicado en la región italiana del Lazio en el verano de 2016 (Vannini et al., 2017). Esta fue la fase de impacto tras la invasión silenciosa de *X. compactus*, que había pasado desapercibida durante un tiempo indeterminado. La dimensión de los daños generó gran preocupación social y científica, y aunque la masa forestal se recuperó al año siguiente, este ataque masivo despertó el interés por su prevención por parte de los gestores y la comunidad científica, lo que terminó cuajando en el Proyecto Europeo LIFE SAMFIX. Se trata de un proyecto coordinado por Italia, en el que participa la Universidad de Alicante, junto con otros socios italianos y franceses (SAMFIX 2020). El proyecto comenzó en verano de 2018 y terminará en junio de 2022. En España se desarrolla el entorno del Espacio Natural Protegido de “El Tello” (Llombai, Valencia). Hasta el momento, SAMFIX ha demostrado que existen procedimientos adecuados de detección de las especies del género *Xylosandrus*, y está poniendo a punto protocolos de captura masiva y “push & pull” y fomento de la ciencia ciudadana (Tabla 2). De hecho, SAMFIX ha interactuado intensamente con los agentes de ciencia ciudadana (ciudadanía, profesionales y gestores), facilitando la cascada de detecciones de focos de *Xylosandrus* en España desde su comienzo en 2018.

Tabla 2: Protocolos para la detección, control o contención contemplados en el proyecto LIFE SAMFIX.

Acción	Protocolo	Estado
Detección	Red de trampas cebadas con α -pineno y etanol.	Validado. Capacidad para capturar <i>X. crassiusculus</i> , <i>X. compactus</i> y <i>X. germanus</i> en lugares donde no se detectan daños en plantas.
Trampeo masivo	Trampas cebadas con α -pineno, etanol, α -copaeno y quercivorol.	En proceso de validación.
Push & pull	Uso combinado de trampeo masivo e instalación de difusores de repelente (verbenona) en los vegetales susceptibles de ataque	En proceso de validación.
Ciencia ciudadana	Fomento del interés y colaboración ciudadana mediante formación y uso de la aplicación para teléfono inteligente “Samfix Agent” con diana en el público general y en alumnos de secundaria mediante ludificación.	En proceso de validación.

6. Conclusiones

Hasta el momento las invasiones silenciosas de estas especies han tenido un impacto prácticamente nulo en los ecosistemas que las han acogido aunque es muy posible que las tres especies se encuentren en fase de expansión. Las tres especies están coincidiendo espacio-temporalmente en el levante Ibérico, incluyendo Baleares, por lo que no sería descartable que las introducciones hayan estado relacionadas. No obstante, debido a su alta capacidad invasiva, y al

potencial patógeno de algunos de los hongos simbioses asociados a este género debe ser objeto de atención, ya que no puede descartarse que los escenarios de cambio global no puedan facilitar futuros impactos sobre los ecosistemas forestales o la agricultura imprevisibles hoy en día. Afortunadamente ya se dispone de un sistema de detección y se están poniendo a punto métodos de métodos de control y/o contención efectivo de estas especies y se está fomentando la implicación social mediante ciencia ciudadana. Esto abre una ventana de esperanza a poder poner freno a estos procesos en un futuro próximo.

7. Agradecimientos

Este trabajo han sido cofinanciado por el programa LIFE de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención LIFE17 NAT/IT/000609. Queremos agradecer a las personas que por ciencia ciudadana permitieron la detección de focos: Álvaro Roca, Ricardo Santos, Severino Gómez y Quim Llovera y Toni Planas.

8. Bibliografía

BARNOUIN, T.; SOLDATI, F.; ROQUES, A.; FACCOLI, M.; KIRKENDALL, L.R.; MOUTTET, R.; DAUBRÉE, J.B. ; NOUBLECOURT, T; 2020. Bark beetles and pinhole borers recently or newly introduced to France (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae and Platypodinae). *Zootaxa*. 4877, 051- 074.

DOLE, S.A.; JORDAL, B.H.; COGNATO, A.I. 2010. Polyphyly of *Xylosandrus* Reitter inferred from nuclear and mitochondrial genes (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Mol. Phyl. Evol.* 54, 773-782.

EPPO. 2021. PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. Available from: <http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm> (accessed 01 December 2021)

FACCOLI, M. 2008. First record of *Xyleborus atratus* Eichhoff in Europe, with an illustrated key to European Xyleborini (Coleoptera Curculionidae Scolytinae). *Zootaxa*, 1772, 55–62.

FRAEDRICH, S. W.; HARRINGTON, T. C.; RABAGLIA, R. J.; ULYSHEN, M. D.; MAYFIELD III, A. E.; HANULA, J. L.; EICKWORT, J. M.; MILLER, D. R. 2008. A fungal symbiont of the redbay ambrosia beetle causes a lethal wilt in redbay and other Lauraceae in the southeastern USA. *Plant Dis.* 92 (2): 215–224.

FRANCARDI, V.; PENNACCHIO, F.; SANTINI, L.; RUMINE, P.; PAOLI, A.; NAVARRA, A.; MUSETTI, N. 2012. Prima segnalazione di *Xylosandrus compactus* su *Laurus nobilis* in Toscana. *Giornate Fitopatologiche* 13, 443–446.

FRIGIMELICA, G.; FACCOLI, M. 1998. Preliminary report on the occurrence of *Cryphonectria parasitica* (Murrill) Barr on different tree species in Friuli Venezia-Giulia (Italy). *In II International Symposium on Chestnut* 494 (pp. 467-472).

GALLEGO, D.; LENCINA, J.L.; MAS, H.; CEVERÓ, J.; FACCOLI, M. 2017. First record of the Granulate Ambrosia Beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), in the Iberian Peninsula. *Zootaxa*, 4273, 431–434.

GALKO, J.; DZURENKO, M.; RANGER, C.M.; KULFAN, J.; KULA, E.; NIKOLOV, C.; ZÚBRIK, M.; ZACH, P. 2019 Distribution, Habitat Preference, and Management of the Invasive Ambrosia Beetle *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in European Forests with an Emphasis on the West Carpathians. *Forests*, 10, 1-10.

GOLDARAZENA, A.; BRIGHT, D.E.; HISHINUMA, S.M.; LÓPEZ, S.; SEYBOLD, S.J. 2014 First record of *Pityophthorus solus* (Blackman, 1928) in Europe. *EPPO Bull.*, 44, 65–69.

GARONNA, A.P.; DOLE, S.A.; SARACINO, A.; MAZZOLENI, S.; CRISTINZIO, G. 2012 First record of the black twig borer *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) from Europe. *Zootaxa*, 3251, 64–68.

GARROUSTE, R. 2018 The city-loving ‘devil bug’ lands in Paris... and continues its march around the world. <https://theconversation.com/the-city-loving-devil-bug-lands-in-paris-and-continues-its-march-around-the-world-94145>.

GUGLIUZZO, A.; CRISCIONE, G.; TROPEA-GARZIA, G. 2019 Unusual behavior of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Scolytinae) on Carob Trees in a Mediterranean Environment. *Insects*, 10, 82.

HERALD F. (2016) Fire ants: the silent invasion. <https://invasives.org.au/blog/fire-ants-silent-invasion/>

HILLER, T.; HAELEWATERS, D. 2019 A case of silent invasion: Citizen science confirms the presence of *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae) in Central America. *PLoS ONE* 14(7): 1:16

HULCR, J.; GOMEZ, D.F.; SKELTON, J.; JOHNSON, A.J.; ADAMS, S.; LI, Y.; JUSINO, M.A.; SMITH, M.E 2021. Invasion of an inconspicuous ambrosia beetle and fungus may affect wood decay in Southeastern North America. *Biol. Inv.* 23: 1339-1347.

KAVCIC, A 2018 First record of the Asian ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), in Slovenia. *Zootaxa* 4483 (1): 191–193

LEZA, M.; NÚÑEZ, L.; RIBA, JM.; COMPARINI, C.; ROCA, A.; GALLEGRO, D. 2020. First record of the black twig borer, *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), in Spain. *Zootaxa*; 4767 (2): 345-350.

LÓPEZ, S.; ITURRONDOBEITIA, J.C.; GOLDARAZENA, A. 2007. Primera cita en la Península Ibérica de *Gnathotrichus materiarius* (Fitch, 1858) y *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) (Coleoptera: Scolytinae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 40, 527–532.

PENNACCHIO, F.; SANTINI, L.; FRANCARDI, V. 2012 Bioecological notes on *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera Curculionidae Scolytinae), a species recently recorded into Italy. *Redia* 95, 67–77.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2020 <http://qgis.osgeo.org>

RASSATI, D.; CONTARINI, M.; RANGER, C. M.; CAVALETTO, G.; ROSSINI, L.; SPERANZA, S.; FACCOLI, M.; MARINI, L. 2020. Fungal pathogen and ethanol affect host selection and colonization success in ambrosia beetles. *Agr. For. Ent.*, 22, 1-9.

RIBA-FLINCH, J.M.; LEZA, M. & GALLEGO, D. 2021. First records of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the Iberian Peninsula: an expanding alien species? *Zootaxa*, 4970 (1), 161–170.

RICHARDSON, D.M. ; PYSEK, M. ; REJMANEK, 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.

ROQUES, A.; BELLANGER, R. ; DAUBREE, J.B. ; DUCATILLION, C. ; URVOIS, T. ; AUGER-ROZENBERG, M.A. 2019 Les scolytes exotiques: une menace pour le maquis. *Phytoma* 727, 16–21.

SAMFIX PROJECT. 2019 SAving Mediterranean Forests from Invasions of *Xylosandrus* beetles and associated pathogenic fungi. Available from: <https://www.lifesamfix.eu>.

VANNINI, A.; CONTARINI, M.; FACCOLI, M.; DELLA VALLE, M.; RODRIGUEZ, C.M.; MAZZETTO, T.; GUARNERI, D.; VETTRAINO, A.M.; SPERANZA, S. 2017. First report of the ambrosia beetle *Xylosandrus compactus* and associated fungi in the Mediterranean maquis in Italy, and new host–pest associations. *EPPO Bull.*, 47, 1–4.

VIVAS, L. 2012 Primera cita en España de la especie *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera: Reduviidae) que representa la segunda cita en Europa. *Biodiversidad Virtual News*, 1, 34-40.