

Seguimiento de flora exótica invasora en el Principado de Asturias mediante ciencia ciudadana

Eduardo Cires^{1,2*}, Mauro Sanna¹, Aránzazu Estrada Fernández¹, Luz María Madrazo-Frías², Candela Cuesta^{1,2,3}, Ricardo López-Alonso² & Claudia González-Toral²

¹ Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT), Campus de Mieres, C/ Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n, 33600 Mieres, España. e-mail: cireseduardo@uniovi.es

² Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo. C/ Catedrático Rodrigo Uría s/n, 33071, Oviedo, España.

³ Escuela Politécnica de Mieres (EPM), 3ª Planta Ala Sur. C/Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n 33600 Mieres, España.

*Autor al que debe dirigirse la correspondencia

Recibido: 20 de julio de 2024 / Aceptado: 30 de julio de 2024/ Publicado en línea: 7 de agosto de 2024

Cires, E., Sanna, M., Estrada Fernández, A., Madrazo-Frías, L.M., Cuesta, C., López-Alonso, R. & González-Toral, C. 2024. Seguimiento de flora exótica invasora en el Principado de Asturias mediante ciencia ciudadana. *Naturalia Cantabrica* 12(2): 21-42.

RESUMEN: La flora exótica invasora es el conjunto de plantas que se introducen accidental o deliberadamente en un entorno natural donde normalmente no se encuentran, con graves consecuencias negativas para su nuevo entorno. Son una gran amenaza para las plantas nativas y una de las cinco causas principales de pérdida de biodiversidad. También pueden causar importantes impactos adversos en la economía, así como en la salud humana, como alergias graves. En el presente estudio, y mediante el empleo de datos de ciencia ciudadana, se analiza la situación actual de las 21 plantas vasculares alóctonas que crecen en el Principado de Asturias, y que están incluidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, así como un listado actualizado de los 147 taxones que manifiestan un comportamiento invasor manifiesto.

PALABRAS CLAVE: Asturias, ciencia ciudadana, flora exótica invasora, información geográfica, mapas de distribución.

Cires, E., Sanna, M., Estrada Fernández, A., Madrazo-Frías, L.M., Cuesta, C., López-Alonso, R. & González-Toral, C. 2024. Monitoring of invasive exotic flora in the Principality of Asturias through citizen science. *Naturalia Cantabrica* 12(2): 21-42.

ABSTRACT: Invasive exotic flora comprises plants accidentally or deliberately introduced into a natural environment where they are not normally found that can cause serious negative consequences for this new environment. They are a major threat to native plants and one of the five major causes of biodiversity loss. They can also cause relevant adverse impacts on the economy as well as human health, such as severe allergies. In the present study, we use citizen science to analyse the current situation of the 21 allochthonous vascular plants growing in the Principality of Asturias and included in the Spanish Catalogue of Invasive Alien Species, as well as an updated list of the 147 taxa that display obvious invasive behavior.

KEYWORDS: Asturias, citizen science, invasive exotic flora, geographic information, distribution maps.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Flora exótica invasora: antecedentes

Las especies exóticas invasoras (EEI) pueden tener importantes impactos en los ecosistemas que invaden, por ejemplo, a través de la depredación o la competencia interespecífica con especies nativas (Cooper *et al.* 2007; Vilà *et al.* 2011; Skálová *et al.* 2013; Vivó-Pons *et al.* 2023), y han sido identificadas como uno de los impulsores más comunes de la extinción de especies nativas (Vilà *et al.* 2011; Bellard *et al.* 2016; Gentili *et al.* 2021; Bhatt *et al.* 2023; Vivó-Pons *et al.* 2023).

En concreto, las plantas invasoras son especies vegetales no nativas que se establecen y proliferan en nuevos ambientes, a menudo causando diversos efectos negativos (Capdevila-Argüelles *et al.* 2006; Pyšek *et al.* 2020; Cuthbert *et al.* 2021; Diagne *et al.* 2021; Ricciardi *et al.* 2021). A continuación, se detallan algunos de los principales efectos de las plantas invasoras:

1. Efectos ecológicos.

Competencia por recursos: las plantas invasoras a menudo compiten con las especies nativas por luz, agua, nutrientes y espacio, lo que puede llevar a la disminución o extinción de las especies nativas.

Alteración de hábitats: modifican las condiciones del suelo y la estructura del hábitat, afectando la fauna local y otros componentes de los ecosistemas.

Pérdida de biodiversidad: la competencia y la alteración de hábitats pueden reducir la biodiversidad al desplazar a las especies nativas.

Cadenas tróficas: alteran las redes alimentarias al afectar las plantas nativas que sirven de alimento o hábitat a otros organismos.

Cambio en ciclos nutricionales: pueden cambiar los ciclos de nutrientes en el suelo, afectando la productividad y composición de los ecosistemas.

II. Efectos económicos.

Impacto en la agricultura: algunas plantas invasoras pueden convertirse en malas hierbas que afectan los cultivos y disminuyen la productividad agrícola.

Costos de control: el manejo y control de plantas invasoras requiere importantes inversiones de tiempo y recursos económicos.

Daños a infraestructuras: algunas plantas pueden dañar infraestructuras como carreteras, canales de riego y edificios.

III. Efectos sanitarios y sociales.

Salud humana: algunas plantas invasoras pueden ser tóxicas o causar alergias, afectando la salud humana.

Impacto en el ocio y el turismo: pueden afectar áreas recreativas y turísticas, disminuyendo su atractivo y uso.

Aunque las invasiones biológicas son conocidas desde hace mucho tiempo y están ampliamente documentadas (Kornaś 1978, 1990; Di Castri 1989; Heywood 1989; Coblenz 1990), tales procesos fueron tardíamente abordados en la península Ibérica y sólo a finales de la última década del pasado siglo aparecieron los primeros catálogos de plantas alóctonas en los que se trataba sobre su capacidad de invasión y se ponía de manifiesto su peligrosidad en la Cornisa Cantábrica, tanto en el País Vasco (Campos & Herrera 1997, 1998; Meaza *et al.* 1997) como en Asturias (Torre 1998).

Los años posteriores han servido para incrementar de forma notable la información sobre las plantas invasoras en la península Ibérica, tanto a nivel estatal - España (Sanz Elorza *et al.* 2001, 2004; GEIB 2006; Gassó 2008; Campos *et al.* 2014) y Portugal (Domingues de Almeida & Freitas 2006; Marchante *et al.* 2014)-, como en el resto de las comunidades autónomas españolas, sirvan de ejemplo las siguientes referencias: Andalucía

(Dana *et al.* 2005), Aragón (Sanz Elorza 2006; Sanz Elorza *et al.* 2006, 2009), Baleares (Moragues & Rita 2005), Canarias (Sanz Elorza *et al.* 2005; Suárez Rodríguez 2018), Cantabria (Bedia-Jiménez 2004; Valdeolivas *et al.* 2005), Castilla y León (Sanz Elorza & González Bernardo 2005; Acedo & Llamas 2007), Castilla-La Mancha (Baquero *et al.* 2022), Cataluña (Pino *et al.* 2005; Rotchés-Ribalta *et al.* 2021), Comunidad Valenciana (Decreto 213/2009), Galicia (Fagúndez 2007; Romero Buján 2007; VV.AA. 2007; Ramil-Rego & Vales 2019), Madrid (Muñoz García *et al.* 2023), Murcia (Oliva-Paterna *et al.* 2019), Navarra (Lorda López 2013), País Vasco (Campos & Herrera 2009).

En el caso de Asturias cabe mencionar los primeros trabajos destinados a la inventariación, control y eliminación de plantas invasoras (ver Ballesteros *et al.* 1999; Torre & Álvarez Arbesú 1999; Fernández Prieto & Torre 2000; Torre *et al.* 2000). Publicado el primer catálogo de ámbito estatal de plantas alóctonas invasoras (Sanz Elorza *et al.* 2001), Díaz González & Nava (2003) realizaron, con criterios similares, su adaptación para Asturias. Simultáneamente aparece el trabajo de Torre (2003) en el que se revisa la situación de las plantas invasoras en Asturias y posteriormente nuevas revisiones llevadas a cabo por Díaz González (2005), Cires *et al.* (2006), González Costales (2008), Cires & Fernández Prieto (2017).

La falta de normativas legales durante muchos años, tanto de ámbito autonómico como estatal, ha condicionado, en líneas generales, el que la tipificación, inventariado, control y eliminación de plantas invasoras no haya tenido la eficacia necesaria para evitar, o al menos reducir sustancialmente, los daños que están ocasionando a los recursos naturales del Principado de Asturias. No obstante, ya el Código Penal (Ley Orgánica 10/1995) en su Artículo 333 señalaba: “*El que introdujera o liberara especies de flora o fauna no autóctona, de modo que perjudique el equilibrio biológico, contraviniendo las leyes o disposiciones de carácter general protectoras de las especies de flora o fauna, será castigado con la pena de prisión de cuatro meses a dos años o multa de ocho a 24 meses*”. Y Ley 4/ 1989 señalaba en su Artículo 27: “*La actuación de las Administraciones Públicas en favor de la preservación de la diversidad genética del patrimonio natural se basará principalmente en los siguientes criterios: ... b) Evitar la introducción y proliferación de especies, subespecies o razas geográficas distintas a las autóctonas, en la medida que puedan competir con éstas, alterar su pureza genética o los equilibrios ecológicos*”.

A partir de la Ley 42/2007 de 13 de diciembre del Patrimonio Natural y la Biodiversidad se crea el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (CEEI), el cual es publicado en el Real Decreto 1628/2011,

de 14 de noviembre, por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras. El CEEI incluye todas las especies exóticas invasoras que puedan constituir un problema para las especies nativas, hábitats o ecosistemas. Esta ley define especie invasora como “*la que se introduce o establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural y que es un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, ya sea por su comportamiento invasor, o por el riesgo de contaminación genética*” (Boletín Oficial del Estado 2007). Este Real Decreto también incluye la creación del Listado de Especies Exóticas con Potencial Invasor, el cual engloba aquellas especies que presentan potencial invasor y podrían incluirse en el CEEI (Boletín Oficial del Estado 2011). A partir de 2013 se han producido diversos cambios, incluyendo la derogación del Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto. Posteriormente se han producido otras modificaciones que afectan al catálogo en los años 2019, 2020 y 2023. En la citada Ley se regulan los criterios y actuaciones de las administraciones estatal y autonómicas sobre las Especies Exóticas Invasoras, obligando a elaborar las Estrategias que contengan las directrices para su gestión, control y posible erradicación.

En la misma dirección, el Reglamento sobre especies exóticas invasoras (Reglamento (UE) 1143/2014) incluye un conjunto de medidas que deben adoptarse en toda la UE en relación con las especies exóticas invasoras. El núcleo del Reglamento es la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión (Lista de la Unión). Las especies incluidas en esta lista están sujetas a las restricciones y medidas establecidas en el Reglamento. Estas incluyen restricciones a la conservación, importación, venta, reproducción, cultivo y liberación al medio ambiente.

Frente a este escenario, parece oportuna y necesaria una revisión de la situación actual de los taxones de flora recogidos en el CEEI (Real Decreto 630/2013), así como de aquellos taxones con un comportamiento invasor manifiesto, cuya presencia ha sido detectada en el territorio asturiano.

1.2. Ciencia ciudadana para la detección de flora exótica invasora

La ciencia ciudadana implica la participación del público general en la investigación científica y ha demostrado ser una herramienta valiosa para abordar el problema de las plantas invasoras (Johnson *et al.* 2020; Pocock *et al.* 2024). A continuación, se detallan algunas formas en que la ciencia ciudadana puede contribuir al manejo y control de las plantas invasoras en nuestro territorio:

I. Monitoreo y detección temprana.

Detección rápida: los ciudadanos pueden ayudar a detectar nuevas invasiones rápidamente, permitiendo una respuesta más efectiva antes de que las plantas invasoras se establezcan y propaguen.

Amplitud geográfica: la participación de ciudadanos permite cubrir áreas geográficas más amplias de las que los investigadores profesionales podrían manejar por sí solos.

II. Recolección de datos.

Volumen de datos: con muchos participantes, se puede recopilar una gran cantidad de datos sobre la distribución y la abundancia de plantas invasoras.

Diversidad de información: los ciudadanos pueden proporcionar datos diversos, incluyendo observaciones de campo, fotos y descripciones detalladas.

III. Educación y concienciación.

Aumento del conocimiento: participar en proyectos de ciencia ciudadana educa a las personas sobre las plantas invasoras y sus impactos, fomentando una mayor conciencia y responsabilidad ambiental.

Cambio de comportamiento: al entender mejor los problemas asociados con las plantas invasoras, los ciudadanos pueden cambiar sus comportamientos para evitar la propagación de estas especies (por ejemplo, limpiando botas y equipos después de excursiones).

IV. Control y erradicación.

Esfuerzos comunitarios: la ciencia ciudadana puede movilizar a comunidades enteras para participar en esfuerzos de erradicación y control de plantas invasoras.

Proyectos locales: las comunidades pueden implementar proyectos locales para eliminar o controlar plantas invasoras en áreas específicas.

La participación ciudadana es una herramienta muy valiosa para concienciar e implicar a la sociedad ante el desafío de la presencia de plantas invasoras (Marchante 2017; Johnson *et al.* 2020). En algunos territorios de España ya existen proyectos en los que la ciudadanía puede contribuir en la lucha contra determinadas especies de flora exótica invasora. Algunos de estos proyectos son: i) LIFE Invasaqua (<https://lifeinvasaqua.com/>) cuyo objetivo principal es apoyar la comunicación, la formación y la difusión de información sobre las EEI acuáticas en

España y Portugal, ii) LIFE Stop *Cortaderia* (<http://stopcortaderia.org/>) que tiene como objetivo principal la puesta en marcha de una estrategia común y transnacional de lucha frente al plumero -*Cortaderia selloana*- en todo el arco atlántico, o iii) LIFE medCLIFFS (<https://lifemedcliffs.org>) que pretende mejorar la gestión actual de las EEI que amenazan la conservación de la diversidad florística de acantilados mediterráneos. A nivel nacional, y con gran participación, destaca el proyecto InvaPlant (<https://www.inaturalist.org/projects/invaPlant>), una iniciativa análoga de alcance nacional focalizada en los taxones contemplados en la normativa estatal y europea en materia de flora exótica invasora (Castrós Bitrián *et al.* 2023).

Por tanto, la ciencia ciudadana proporciona un enfoque poderoso y participativo al problema de las plantas invasoras al involucrar a la comunidad en la detección, monitoreo y control de estas especies mientras educa y sensibiliza al público sobre la importancia de proteger los ecosistemas. Tal análisis debe realizarse desde una base conceptual clara y con criterios precisos de modo que los resultados obtenidos eviten, en la medida de lo posible, ambigüedades que los hagan poco útiles.

Con el objetivo de mejorar, y actualizar, el conocimiento de la situación de la flora exótica invasora en Asturias, el presente trabajo analiza la situación de las 21 plantas vasculares alóctonas que están incluidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, como de aquellos taxones que manifiestan un comportamiento invasor manifiesto en nuestro territorio.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. El territorio de estudio

El Principado de Asturias se encuentra situado en el Norte de la península Ibérica (Figura 1), dentro de la llamada España húmeda o Eurosiberiana. Se trata de una región montañosa por excelencia, con altitudes que van desde el nivel del mar Cantábrico hasta los 2.648 m (cumbre del Torrecerredo, en el macizo central de los Picos de Europa). Ocupa una superficie de unos 10.600 km² y su clima es típicamente oceánico, con inviernos suaves y veranos frescos, aunque en las máximas altitudes las nieves cubren el suelo varios meses al año.

2.2. Metodología

La recopilación de los datos relativos a la distribución de los taxones objeto de estudio se aborda con la recopilación de las citas conocidas a partir de las distintas fuentes de información disponibles: i) consulta de sistemas de información de citas corológicas o cuadrículas geográficas disponibles en internet: GBIF España, Nodo Nacional de Información en Biodiversidad: (<http://www.gbif.es>), diferenciando especímenes preservados (pliegos de herbario) y observaciones humanas (resultado del proceso de observación humana, evidencia de una ocurrencia tomada de notas de campo o literatura o registros de una ocurrencia sin evidencia física ni evidencia capturada con una máquina), ii) consulta de proyectos de flora invasora en la plataforma de ciencia ciudadana iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>). A modo de ejemplo del proceso realizado se elaborarán de forma detalla la construcción de los mapas corológicos, y su iconografía asociada, de 5 formas biológicas de EEI incluidas en el catálogo nacional: mesofanerófito (*Acacia dealbata* Link), microfanerófito (*Buddleja davidii* Franch.), caméfito (*Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn.), terófito (*Ipomoea indica* (Burm.) Merr.) y geófito (*Tradescantia fluminensis* Vell.). Para el resto de los taxones, dado el gran número representado, solamente se representará su distribución final. La cartografía generada en esta síntesis corológica emplea una malla UTM de 10 km. La elaboración de mapas de distribución para cada uno de los taxones fue realizada en QGIS 3.36 (2024).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se compararon un total de 167 especies invasoras (pertenecientes a 57 familias) que conviven en el Principado de Asturias. Las Figuras 2-11, a modo de ejemplo metodológico, muestran los mapas corológicos obtenidos para las 5 formas biológicas seleccionadas entre las EEI (mesofanerófito microfanerófito, caméfito, terófito y geófito) así como su iconografía asociada.

Dada la ingente información asociada, el presente trabajo solamente representa la distribución de las 21 especies incluidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (Figura 12). Aquellos otros taxones que manifiestan un comportamiento invasor manifiesto en nuestro territorio (147), pero que no están representadas en el catálogo nacional de invasoras, pueden consultarse en un documento Anexo I.

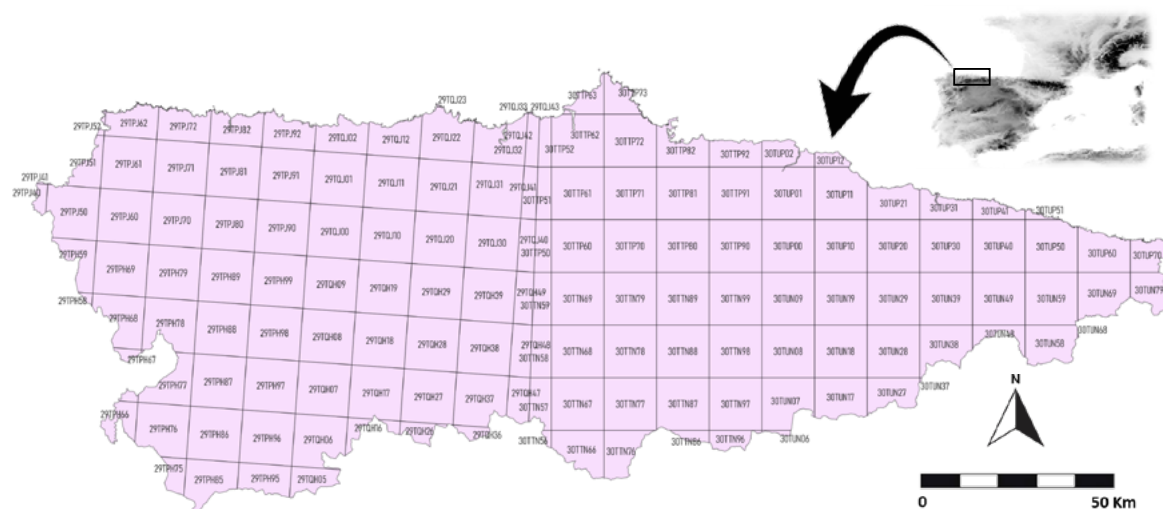


Figura 1. Ubicación de Asturias (España). Dígitos identificativos de la malla 10x10 km según cuadrícula.

Figure 1. Location of Asturias (Spain). Identification digits of the 10x10 km grid according to the grid.

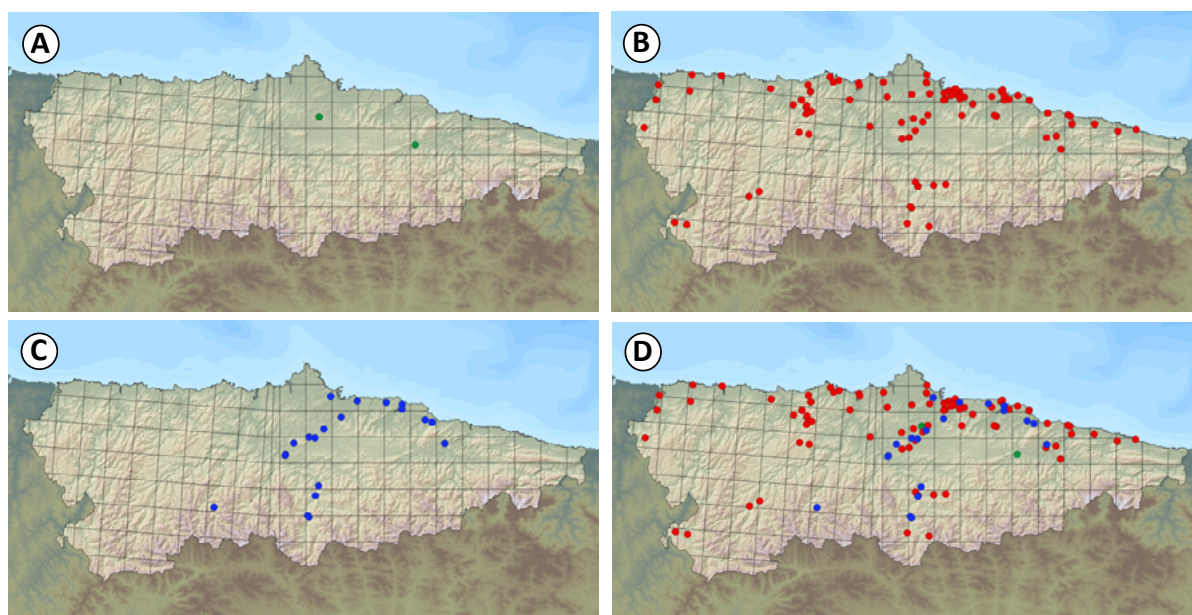


Figura 2. Distribución de *Acacia dealbata*. A) En verde, mapa elaborado con especímenes preservados (GBIF). B) En rojo, mapa elaborado con observaciones humanas (GBIF). C) En azul, mapa elaborado con la plataforma iNaturalist. D) Mapa final resultante.

*Figure 2. Distribution of *Acacia dealbata*. A) In green, map created with preserved specimens (GBIF). B) In red, map created with human observations (GBIF). C) In blue, map created with the iNaturalist platform. D) Final resulting map.*

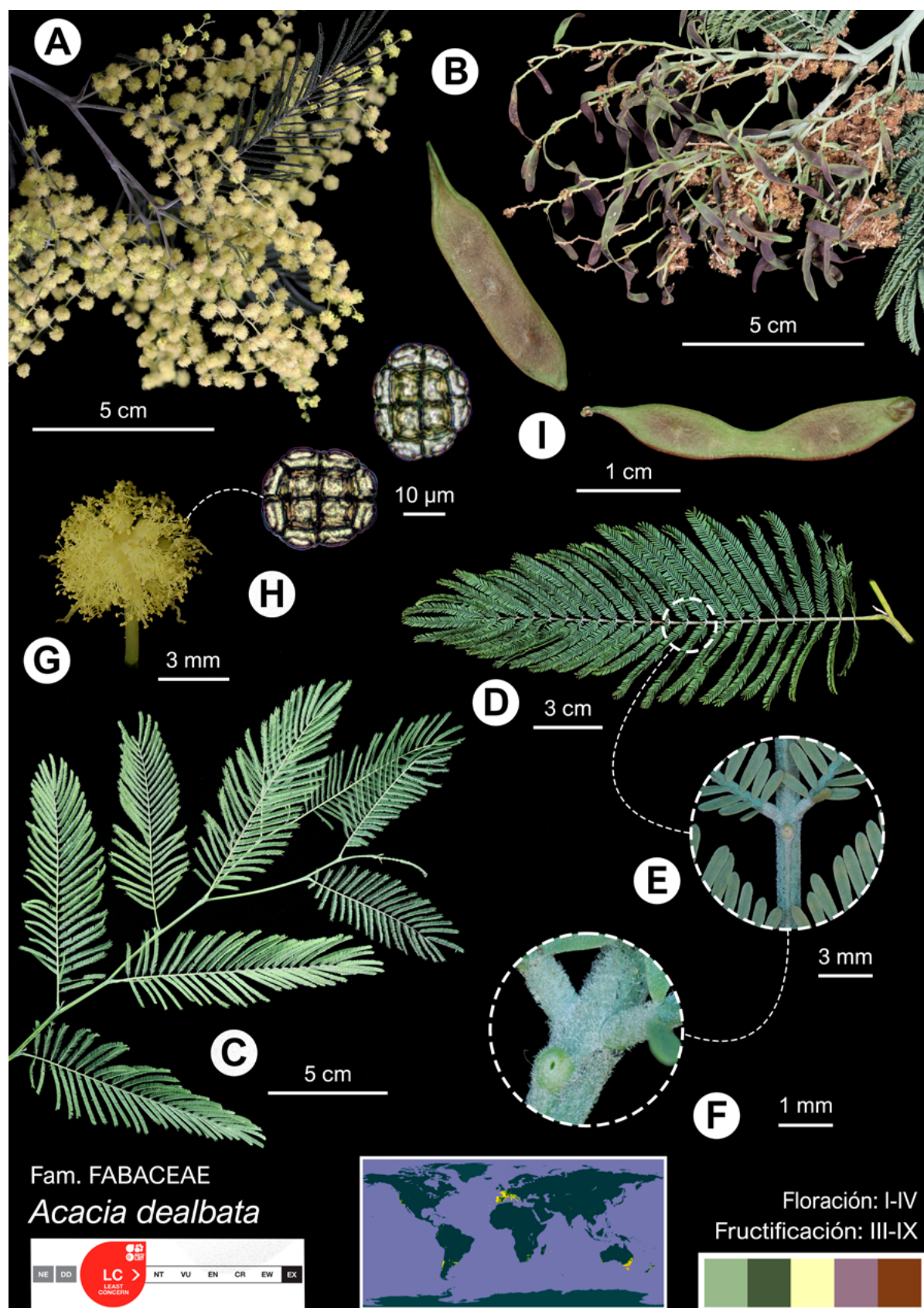


Figura 3. *Acacia dealbata*. A) Rama con flores. c) Rama con frutos. C) Hojas. D) Hoja bipinnada. E) Nudos y entrenudos. F) Detalle de raquis foliar con una glándula debajo de cada par de pinnae. G) Flor en glomérulo. H) Granos de polen. I) Detalle del fruto, legumbre.

Figure 3. *Acacia dealbata*. A) Branch with flowers. c) Branch with fruits. C) Leaves. D) Bipinnate leaf. E) Nodes and internodes. F) Detail of leaf rachis with one gland under each pair of pinnae. G) Flower in glomerulus. H) Pollen grains. I) Detail of the fruit, legume.

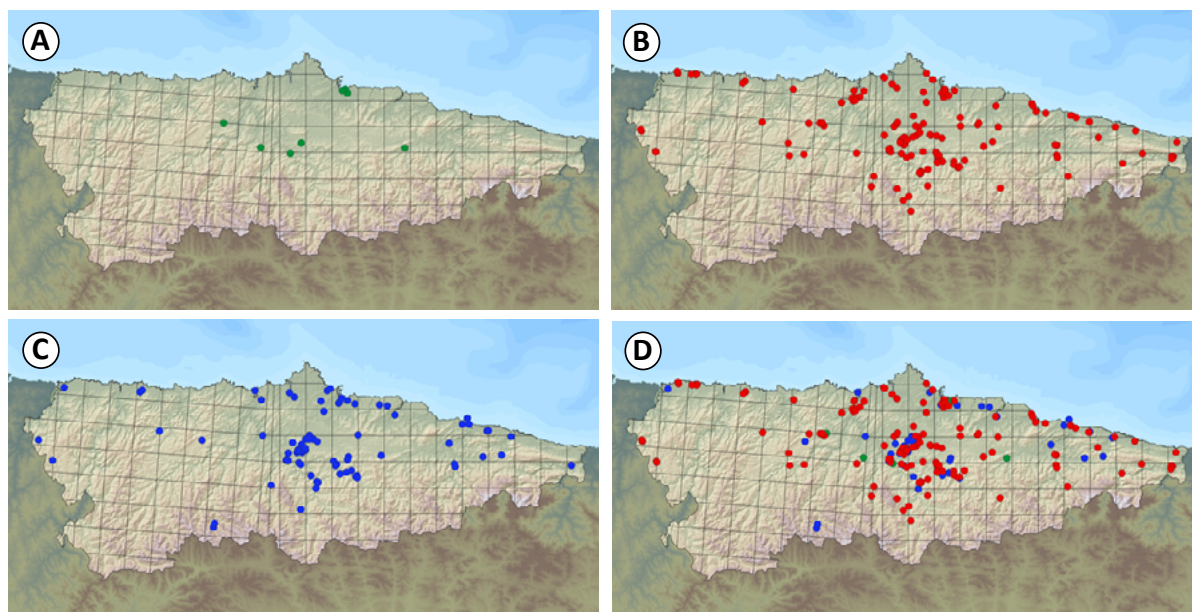


Figura 4. Distribución de *Buddleja davidii*. A) En verde, mapa elaborado con especímenes preservados (GBIF). B) En rojo, mapa elaborado con observaciones humanas (GBIF). C) En azul, mapa elaborado con la plataforma iNaturalist. D) Mapa final resultante.

Figure 4. Distribution of *Buddleja davidii*. A) In green, map created with preserved specimens (GBIF). B) In red, map created with human observations (GBIF). C) In blue, map created with the iNaturalist platform. D) Final resulting map.

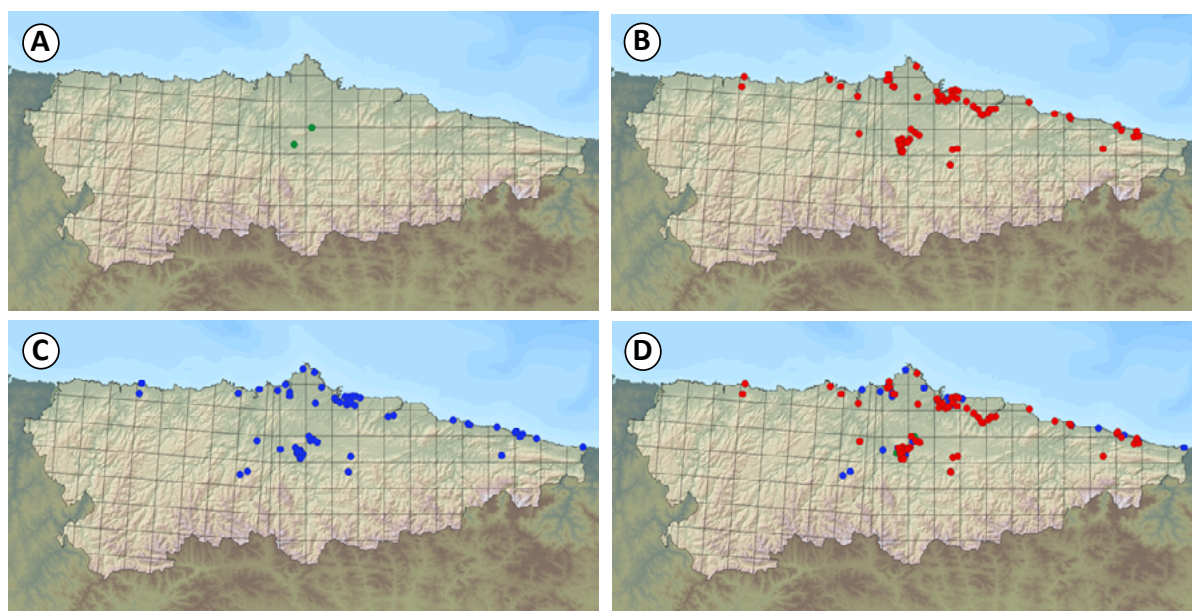


Figura 5. Distribución de *Cortaderia selloana*. A) En verde, mapa elaborado con especímenes preservados (GBIF). B) En rojo, mapa elaborado con observaciones humanas (GBIF). C) En azul, mapa elaborado con la plataforma iNaturalist. D) Mapa final resultante.

Figure 5. Distribution of *Cortaderia selloana*. A) In green, map created with preserved specimens (GBIF). B) In red, map created with human observations (GBIF). C) In blue, map created with the iNaturalist platform. D) Final resulting map.

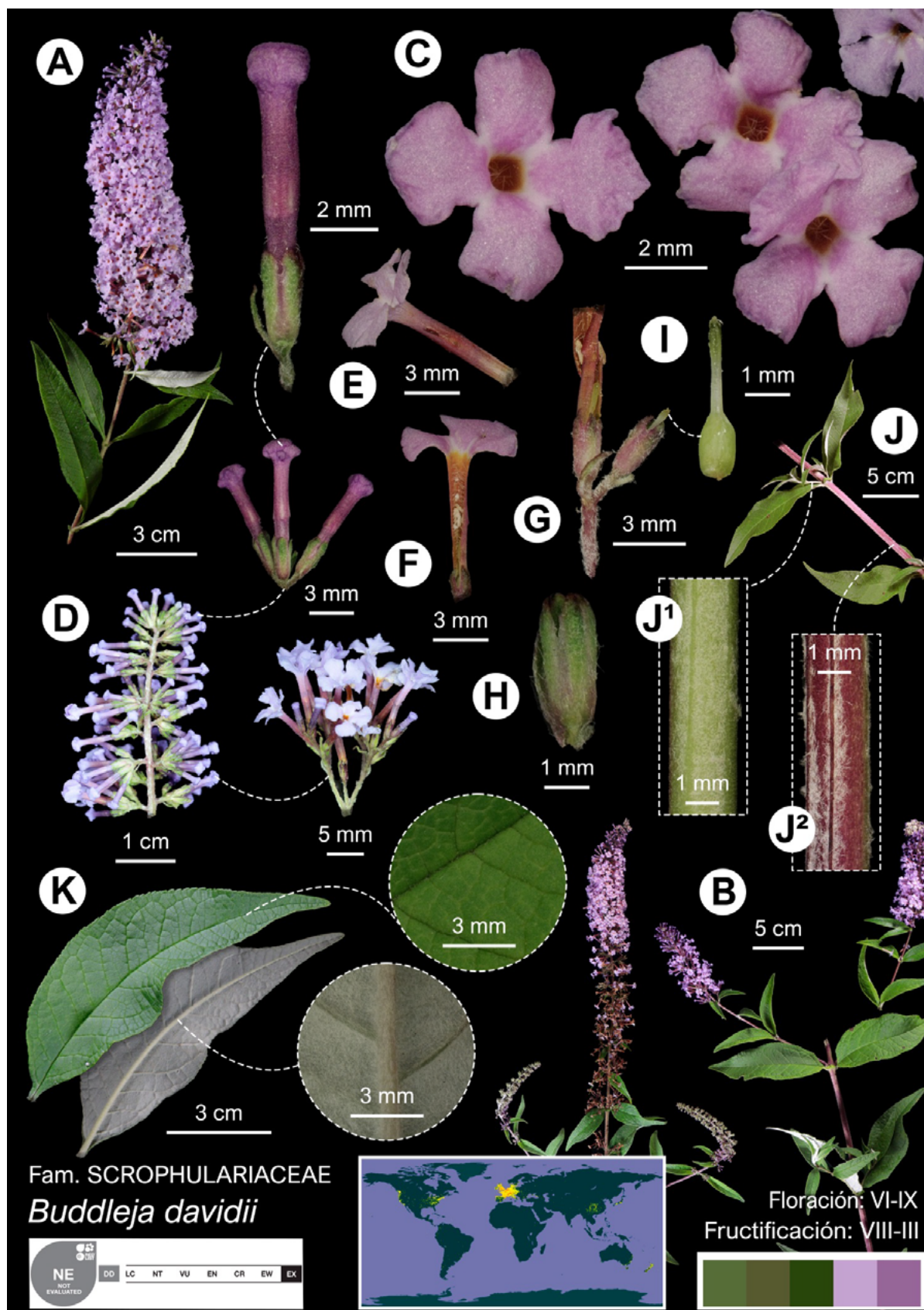


Figura 6. *Buddleja davidii*. A) Rama con flores. B) Hábito. C) Flor en vista cenital. D) Detalle de botones florales. E) Flor en vista lateral. F) Corte longitudinal de la flor. G) Cáliz disecado. H) Cáliz con bracteolas. I) Gineceo. J) Detalle del tallo pubescente a diferentes alturas (J¹, J²). K) Haz y envés de las hojas.

Figure 6. *Buddleja davidii*. A) Branch with flowers. B) Habit. C) Flower in overhead view. D) Detail of flower buds. E) Flower in lateral view. F) Longitudinal section of the flower. G) Dissected calyx. H) Calyx with bracteoles. I) Gynoecium. J) Detail of the pubescent stem at different heights (J¹, J²). K) Adaxial and abaxial of leaves.

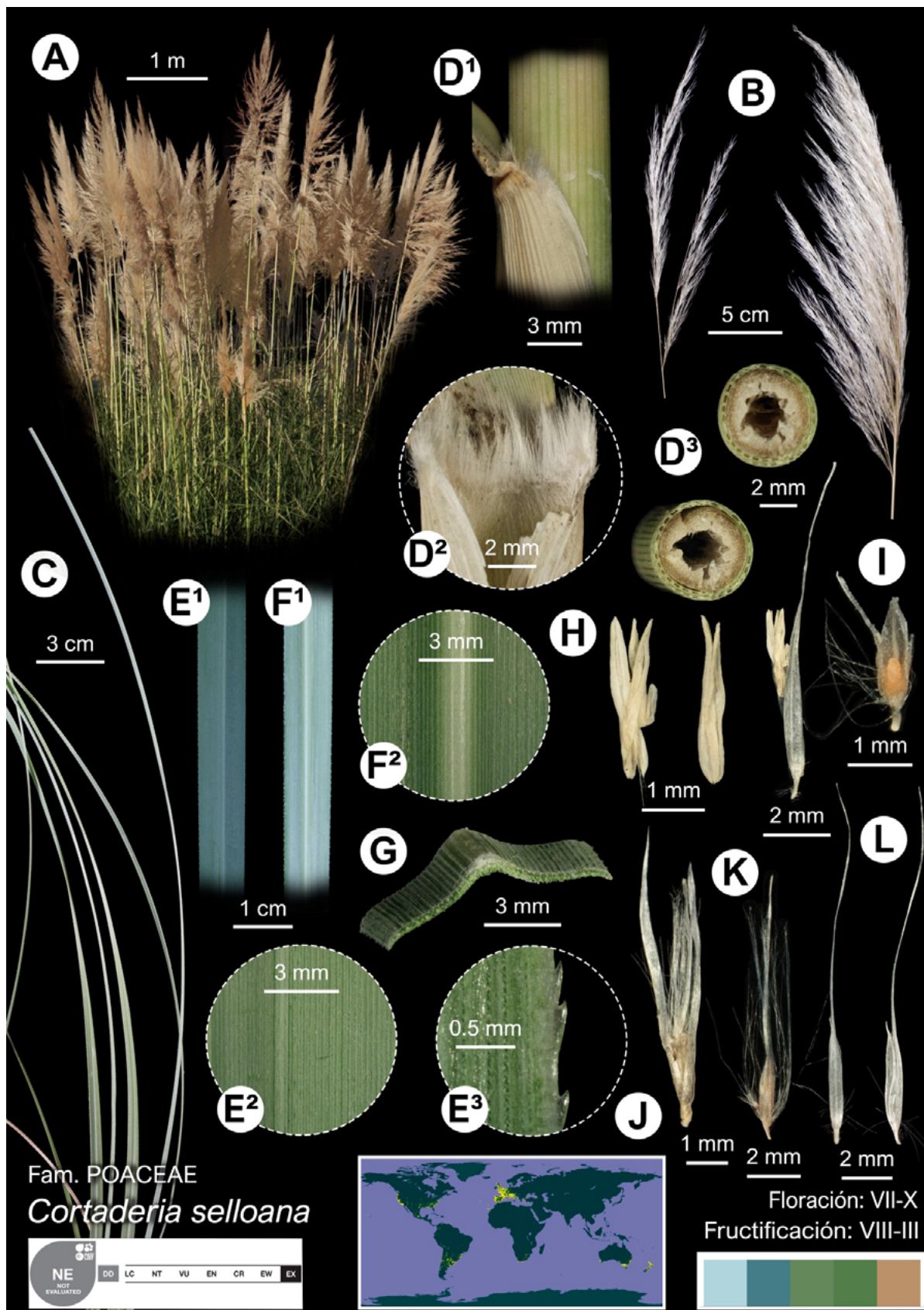


Figura 7. *Cortaderia selloana*. A) Hábito. B) Panícula. C) Hojas. D) Vaina y lígula (D¹: vista lateral, D²: vista frontal, D³: corte transversal). E) Cara adaxial de la hoja (E¹: vista general, E²: detalle, E³: dientes en el borde de las hojas). F) Cara abaxial de la hoja (F¹: vista general, F²: detalle). G) Corte transversal de una hoja. H) Androceo. I) Gineceo. J) Espiguilla con flores hermafroditas. K) Flor femenina. L) Lemas y glumas.

Figure 7. *Cortaderia selloana*. A) Habit. B) Panicle. C) Leaves. D) Sheath and ligule (D¹: lateral view, D²: frontal view, D³: cross section). E) Adaxial side of the leaf (E¹: general view, E²: detail, E³: teeth on the edge of the leaves). F) Abaxial side of the leaf (F¹: general view, F²: detail). G) Cross section of a leaf. H) Androecium. I) Gynoecium. J) Spikelet with hermaphrodite flowers. K) Female flower. L) Lemmas and glumes.

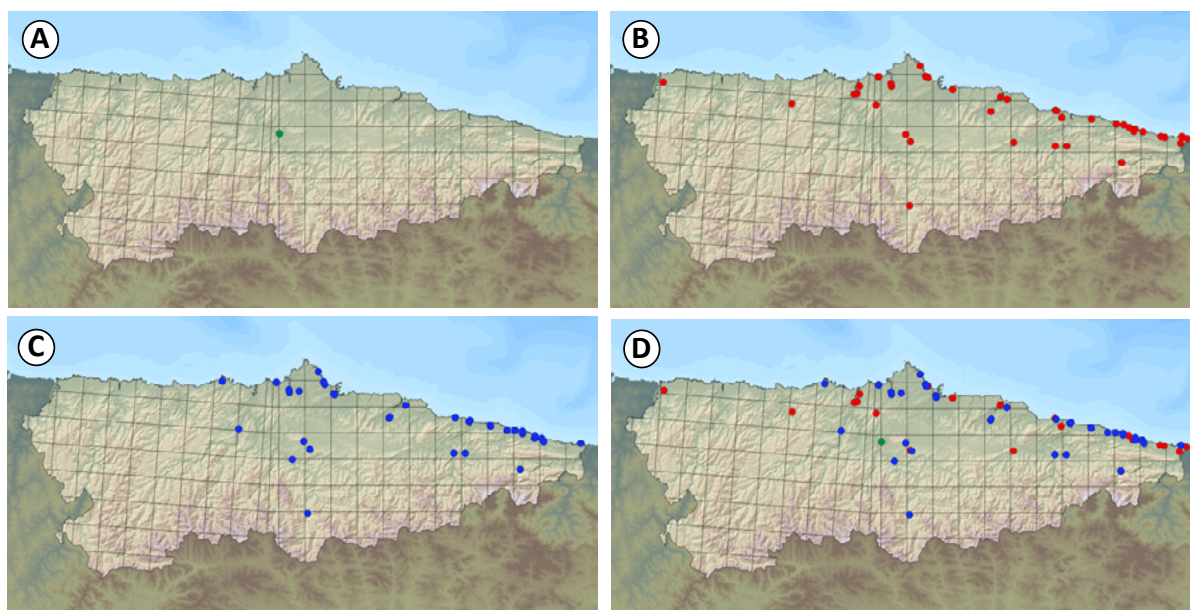


Figura 8. Distribución de *Ipomoea indica*. A) En verde, mapa elaborado con especímenes preservados (GBIF). B) En rojo, mapa elaborado con observaciones humanas (GBIF). C) En azul, mapa elaborado con la plataforma iNaturalist. D) Mapa final resultante.

Figure 8. Distribution of *Ipomoea indica*. A) In green, map created with preserved specimens (GBIF). B) In red, map created with human observations (GBIF). C) In blue, map created with the iNaturalist platform. D) Final resulting map.

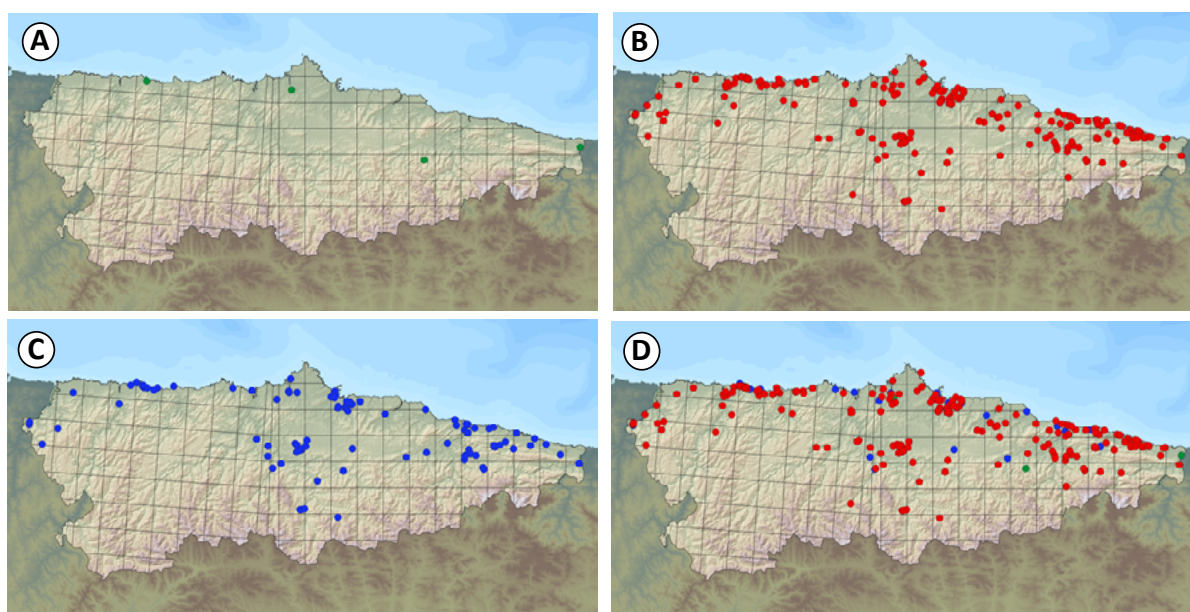


Figura 9. Distribución de *Tradescantia fluminensis*. A) En verde, mapa elaborado con especímenes preservados (GBIF). B) En rojo, mapa elaborado con observaciones humanas (GBIF). C) En azul, mapa elaborado con la plataforma iNaturalist. D) Mapa final resultante.

Figure 9. Distribution of *Tradescantia fluminensis*. A) In green, map created with preserved specimens (GBIF). B) In red, map created with human observations (GBIF). C) In blue, map created with the iNaturalist platform. D) Final resulting map.

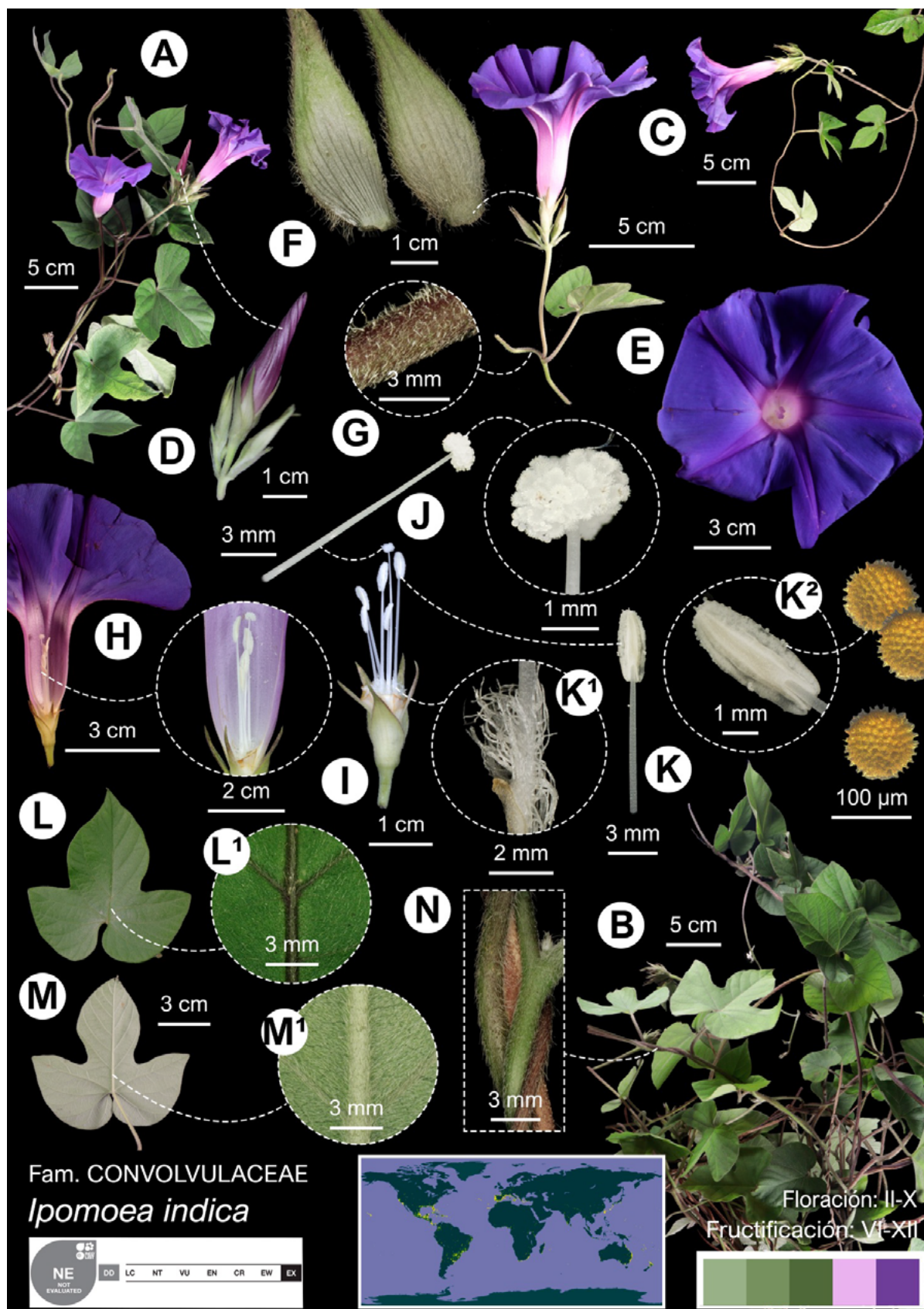


Figura 10. *Ipomoea indica*. A) Tallo florífero. B) Hábito. C) Flor en vista lateral. D) Botón floral. E) Flor en vista cenital. F) Sépalos. G) Indumento del tallo. H) Corte longitudinal de la corola. I) Androceo y gineceo. J) Estilo y estigmas. K) Estambre (K¹: filamentos pubescentes en la base, K²: antera y granos de polen). L) Cara adaxial de la hoja (L¹: detalle). M) Cara abaxial de la hoja (M¹: detalle). N) Tallos pubescentes volubles.

Figure 10. *Ipomoea indica*. A) Flowering stem. B) Habit. C) Flower in lateral view. D) Flower bud. E) Flower in zenithal view. F) Sepals. G) Stem indumentum. H) Longitudinal section of the corolla. I) Androecium and gynoecium. J) Style and stigmas. K) Stamen (K¹: pubescent filaments at the base, K²: anther and pollen grains). L) Adaxial side of the leaf (L¹: detail). M) Abaxial side of the leaf (M¹: detail). N) Twining pubescent stems.

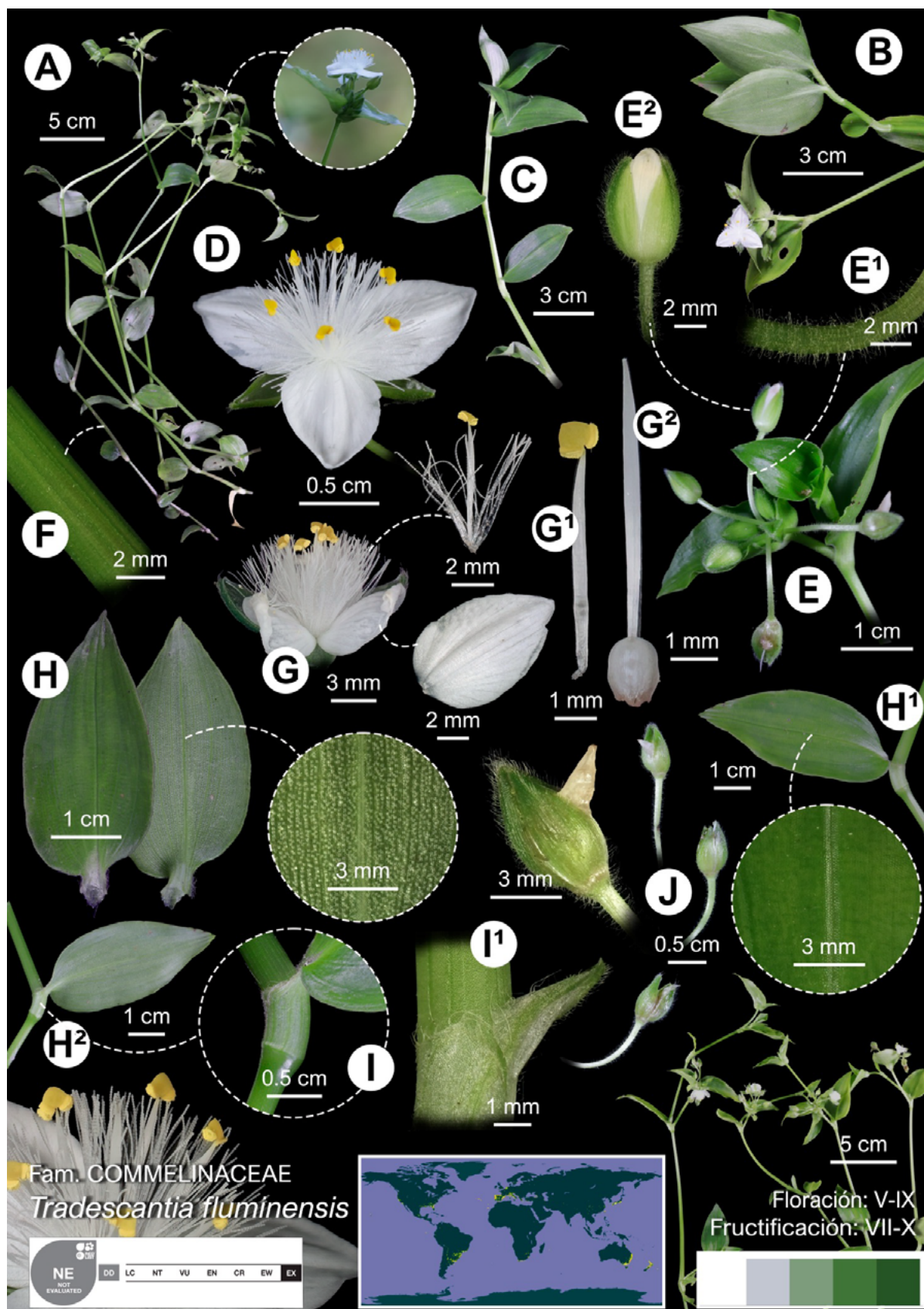
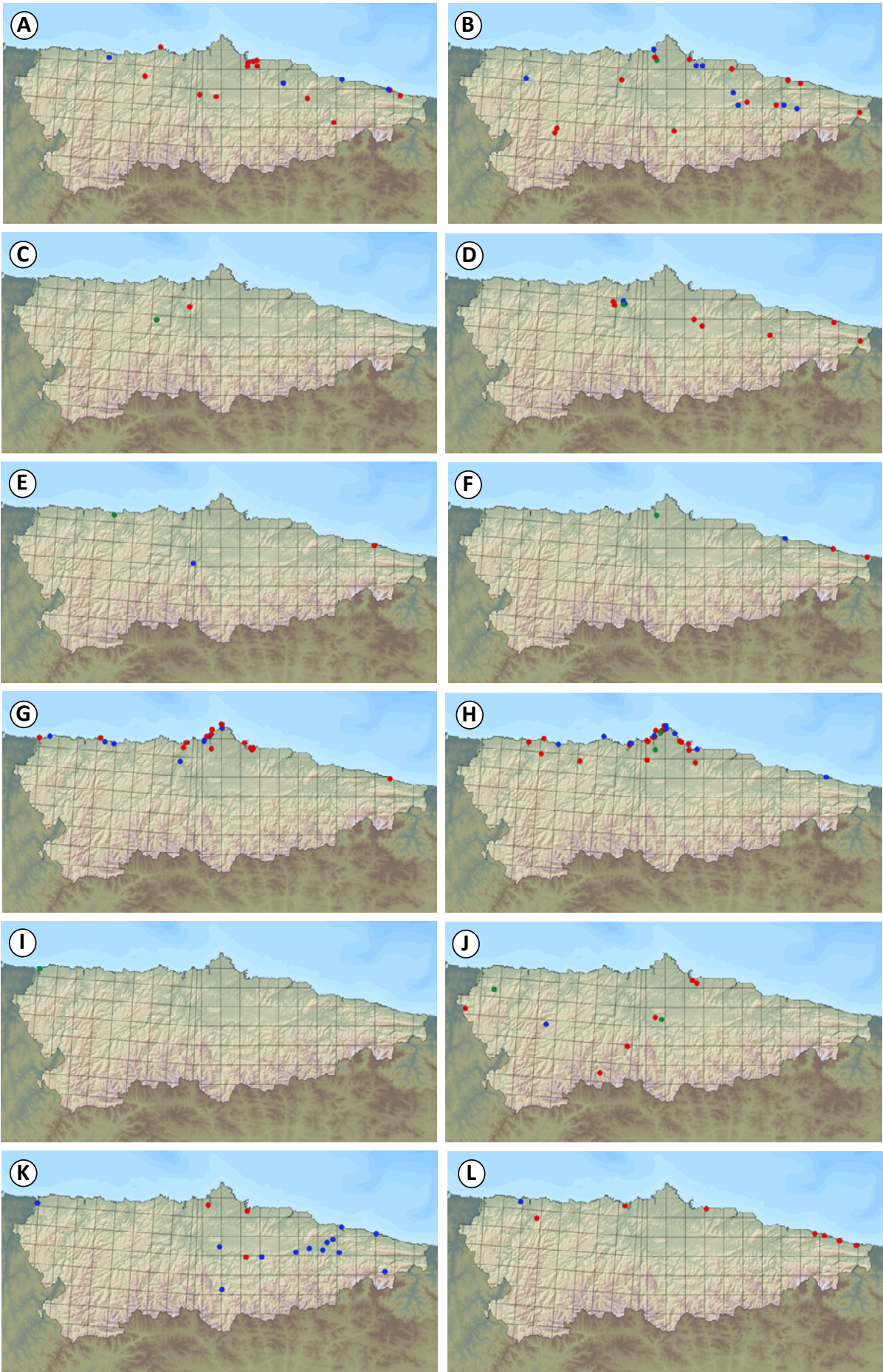


Figura 11. *Tradescantia fluminensis*. A) Hábito. B) Tallo florífero. C) Tallo con hojas. D) Flor en vista frontal. E) Tallo con botones florales (E¹: detalle del pedicelo, E²: preantesis). F) Tallo. G) Pétalos, androceo y gineceo (G¹: Estambre, G²: ovario trilobado, estilo y estigma). H) Cara adaxial y abaxial de la hoja (H¹: detalle haz, H²: detalle envés). I: Nudo de un tallo con la vaina de la hoja (I¹: detalle).

Figure 11. *Tradescantia fluminensis*. A) Habit. B) Flowering stem. C) Stem with leaves. D) Flower in frontal view. E) Stem with flower buds (E¹: detail of the pedicel, E²: preanthesis). F) Stem. G) Petals, androecium and gynoecium (G¹: Stamen, G²: trilobed ovary, style and stigma). H) Adaxial and abaxial surfaces of the leaf (H¹: detail of the upper surface, H²: detail of the underside). I: Node of a stem with the leaf sheath (I¹: detail).



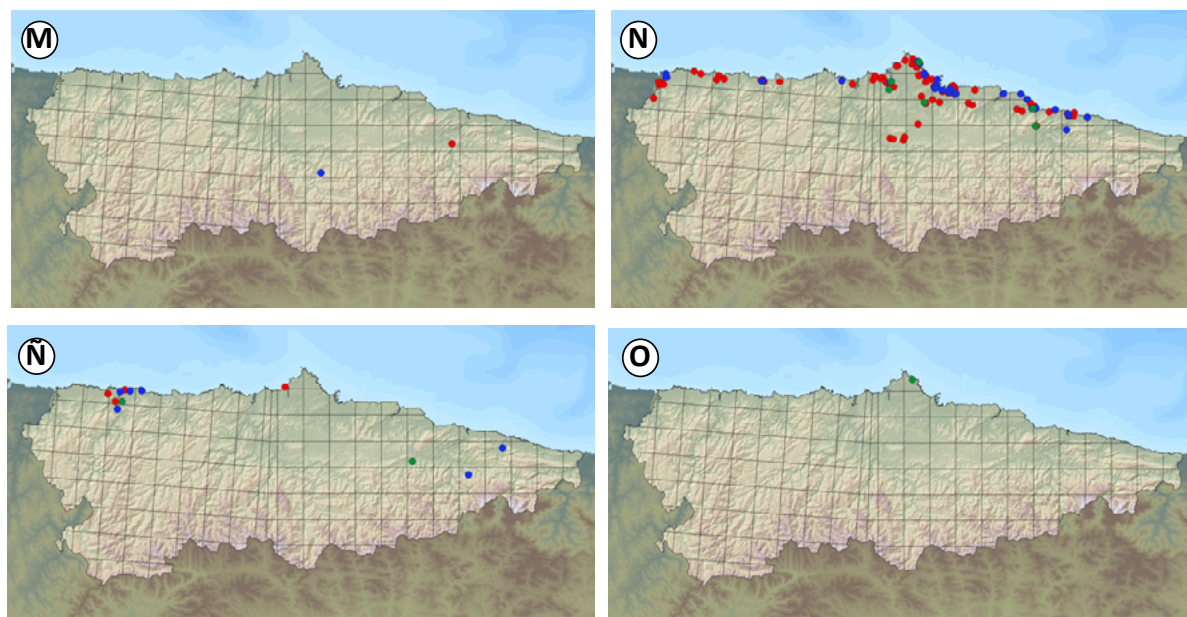


Figura 12. Mapa final de las especies exóticas invasoras presentes en Asturias e incluidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (además de las 5 especies anteriormente mencionadas). A) *Agave americana* L. B) *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. C) *Ambrosia artemisiifolia* L. D) *Araujia sericifera* Brot. E) *Azolla filiculoides* Lam. F) *Baccharis halimifolia* L. G) *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L.Bolus. H) *Carpobrotus edulis* (L.) N.E.Br. I) *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (= *Pontederia crassipes* Mart.). J) *Fallopia baldschuanica* (Regel) Holub. K) *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr. (= *Reynoutria japonica* Houtt.). L) *Hedychium gardnerianum* Sheph. ex Ker Gawl. M) *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. N) *Oxalis pes-caprae* L. Ñ) *Senecio inaequidens* DC. O) *Sporobolus pumilus* (Roth) P.M.Peterson & Saarela (= *Spartina patens* (Aiton) Muhl.). Puntos verdes (especímenes preservados, GBIF), puntos rojos (observaciones humanas, GBIF), puntos azules (observaciones procedentes de iNaturalist).

Figure 12. Final map of invasive alien species presents in Asturias and included in the Spanish Catalogue of Invasive Alien Species (in addition to the 5 species mentioned above). A) *Agave americana* L. B) *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. C) *Ambrosia artemisiifolia* L. D) *Araujia sericifera* Brot. E) *Azolla filiculoides* Lam. F) *Baccharis halimifolia* L. G) *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L.Bolus. H) *Carpobrotus edulis* (L.) N.E.Br. I) *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (= *Pontederia crassipes* Mart.). J) *Fallopia baldschuanica* (Regel) Holub. K) *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr. (= *Reynoutria japonica* Houtt.). L) *Hedychium gardnerianum* Sheph. ex Ker Gawl. M) *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. N) *Oxalis pes-caprae* L. Ñ) *Senecio inaequidens* DC. O) *Sporobolus pumilus* (Roth) P.M.Peterson & Saarela (= *Spartina patens* (Aiton) Muhl.). Green dots (preserved specimens, GBIF), red dots (human observations, GBIF), blue dots (observations from iNaturalist).

Los programas de ciencia ciudadana pueden ser una herramienta muy útil para aumentar la adquisición de datos y la cobertura geográfica al evaluar especies de plantas exóticas invasoras. Además, los programas de ciencia ciudadana pueden fomentar la comunicación entre audiencias científicas y no científicas. En Portugal, aproximadamente el 18% de la flora continental son especies exóticas y la mayoría de ellas han sido introducidas en las últimas décadas. La plataforma de ciencia ciudadana Invasoras.pt (<https://invasoras.pt/>) creada en 2013 permite a los científicos ciudadanos informar sobre la aparición de plantas invasoras e incorpora documentación, científica y divulgativa, sobre las EEI (César de Sá et al. 2019). Otro ejemplo, en esta ocasión a nivel nacional es el proyecto anteriormente mencionado InvaPlant. En la actualidad (julio 2024) ha registrado 17.181 observaciones correspondientes a 76 especies y con una participación de 3690 observadores y 840 identificadores.

Además de ampliar la cantidad de datos accesibles, la ciencia ciudadana promueve la educación ambiental y aumenta la conciencia pública sobre la importancia de las EEI. Sabemos que en un futuro próximo, los mapas corológicos que se han mostrado serán aún mejores. Todavía existe una gran cantidad de datos recopilados en proyectos/informes técnicos que no están disponibles públicamente en las plataformas de ciencia ciudadana, o en repositorios oficiales, y que aún no han avanzado hasta el punto de estudio donde se puedan considerar como una cita verificada. Otro aspecto es la presencia de nuevas especies invasoras como consecuencias del cambio climático que aparecerán en los próximos años (ver Anadón Álvarez & Roqueñí Gutiérrez 2019; Gobierno del Principado de Asturias 2021, 2023).

La ciencia ciudadana, que implica la participación del público en general en actividades científicas, presen-

ta varios beneficios como la ampliación de la recolección de datos y la mejora de la educación científica (Krabbenhof et al. 2020; López-Guillén et al. 2024). Sin embargo, también tiene varios puntos débiles:

I. Calidad y fiabilidad de los datos.

Precisión de los datos: los participantes pueden no estar capacitados adecuadamente para recoger datos con la precisión requerida, lo que puede llevar a errores. Así diferentes niveles de habilidades y conocimientos entre los ciudadanos científicos pueden causar inconsistencias.

II. Falta de formación y capacitación.

Conocimiento limitado: los ciudadanos pueden carecer de la formación científica necesaria para realizar ciertas tareas complejas o para interpretar los datos correctamente. La falta de experiencia puede resultar en la recolección incorrecta de datos o en la mala ejecución de procedimientos.

Dependencia de la motivación y el compromiso: la participación voluntaria puede disminuir con el tiempo, afectando la continuidad de los proyectos.

III. Problemas éticos y de privacidad.

Privacidad de los datos: manejar adecuadamente los datos personales de los participantes y proteger la privacidad puede ser un desafío.

Consentimiento informado: asegurar que todos los participantes comprendan y acepten los términos de su participación puede ser complicado.

IV. Problemas logísticos y de gestión.

Coordinación y supervisión: la gestión y supervisión efectiva de un gran número de participantes puede ser difícil.

Recursos limitados: la financiación y los recursos para apoyar y mantener los proyectos de ciencia ciudadana suelen ser insuficientes.

V. Validez científica y reconocimiento.

Aceptación de la comunidad científica: puede haber escepticismo en la comunidad científica sobre la validez de los datos obtenidos por ciudadanos.

Publicación y uso de datos: los datos recopilados pueden no cumplir con los estándares necesarios para ser publicados en revistas científicas revisadas por pares.

Abordar estos puntos débiles mencionados implica mejorar la formación y supervisión de los participantes, establecer protocolos claros de recolección de datos, y garantizar la ética y privacidad en el manejo de la información (Díaz-Calafat et al. 2024; López-Guillén et al. 2024). Con estas mejoras, la ciencia ciudadana puede seguir siendo una herramienta valiosa para la investigación y la educación científica.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran una notable mejora en la precisión de las predicciones de distribución de especies de flora exótica invasora en Asturias. Las tres familias de flora exótica invasora mejor representadas en Asturias son: Asteraceae (22,16%), Poaceae (11,38%), Fabaceae (6,59%). Aunque con ligeras desviaciones, estos datos siguen siendo concordantes con los mostrados por González Costales (2008).

La integración de datos de ciencia ciudadana ha permitido una cobertura espacial más amplia y una resolución temporal más fina en comparación con estudios anteriores (Díaz González & Nava Fernández 2003; Cires et al. 2006), González Costales 2008; Cires & Fernández Prieto 2017). Tras el estudio realizado hemos identificado 19 nuevas aportaciones a la flora vascular del Principado de Asturias (ver Anexo I). Finalmente, se adjunta un listado de 39 taxones (ver Anexo II) con un comportamiento invasor, que aún no estando presentes en Asturias, sería recomendable tenerlas en mente para estar en alerta frente a futuras invasiones.

4. CONCLUSIONES

La ciencia ciudadana es una herramienta extraordinaria para apoyar la vigilancia, la gestión y la investigación de las EEI. La ciencia ciudadana por sí sola no cubrirá todas nuestras necesidades de datos sobre las EEI, pero se ha convertido en una herramienta importante para el seguimiento y la investigación de las EEI, complementando así el papel de los científicos, profesionales y la administración.

Las plantas invasoras en Asturias tienen graves efectos negativos en ecosistemas, la economía y la sociedad. La gestión eficaz de estas especies requiere una combinación de estrategias de prevención, monitoreo y control por parte de todos/as.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a todos/as los/as participantes que han aportado datos en las diferentes plataformas de ciencia ciudadana ya que constituyen un papel clave para la alerta y seguimiento de las plantas exóticas invasoras en Asturias. El agradecimiento es igualmente extensivo a la plataforma GBIF

e iNaturalist por fomentar la ciencia ciudadana y el conocimiento científico. Este trabajo ha sido parcialmente financiado gracias al proyecto Inventario de los Servicios Ecosistémicos-Evaluación y Mitigación del Impacto del Cambio Global sobre la Biodiversidad (MRR-24-BIODIVERSIDAD-BIO09).

REFERENCIAS

- Acedo, C., Llamas, F. (2007) Catálogo de plantas alóctonas en la provincia de León (NW España). *Studia Botanica* 25: 63-96.
- Anadón Álvarez, R., Roqueñí Gutiérrez, N. (coords.) (2019) Evolución del conocimiento sobre el Cambio Climático en Asturias: Diez años después de CLIMAS. Consejería de Administración Autonómica, Medio Ambiente y Cambio Climático, Viceconsejería de Medio Ambiente y Cambio Climático, Gobierno del Principado de Asturias.
- Ballesteros, F., Vázquez, V.M., Fernández Prieto, J.A. (1999) Programa de control de plantas invasoras en Asturias y primeros resultados sobre la situación de Cortaderia selloana. Actas del 1º Encontro Invasoras Lenhosas (Gerês, Portugal) 2: 43-48.
- Baquero R.A., Falcón, S., Nicola, G.G. (2022) Guía didáctica de educación ambiental. Especies exóticas invasoras. Manual para formadores y formadoras. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Bedia-Jiménez, J. (2004) Expansión en la franja litoral cantábrica de las plantas exóticas invasoras. *Locustella* 2: 85-89.
- Bellard, C., Cassey, P., Blackburn, T.M. (2016) Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters* 12: 24e27. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623>
- Bhatt, A., Chen, X., Pompelli, M. F., Jamal, A., Mancinelli, R., Radicetti, E. (2023) Characterization of invasiveness, thermotolerance and light requirement of nine invasive species in China. *Plants* 12(5): 1192. <https://doi.org/10.3390/PLANTS12051192/S1>
- Campos, J.A., Herrera, M. (1997) La flora introducida en el País Vasco. *Itinera Geobotanica* 10: 235-255.
- Campos, J.A., Herrera, M. (1998) Datos sobre la flora vascular introducida en el País Vasco y Cantabria oriental. *Lazaroa* 19: 71-84.
- Campos, J.A., Herrera, M. (2009) Diagnóstico de la Flora alóctona invasora de la CAPV. Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Gobierno Vasco. Bilbao.
- Campos, J.A., Herrera, M., Biurrun, I., Loidi, J. (2004) The role of alien plants in the natural coastal vegetation in Central-Northern Spain. *Biodiversity and Conservation* 13: 2275-2293.
- Capdevila-Argüelles, L., Iglesias García, A., Orueta, J.F., Zilletti, B. (2006) Especies exóticas invasoras. Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- Capistrós Bitrián, C., Isabel Rufo, J.M., Santamarina, S., García Rodríguez, A. (2023) InvaPlant: Nueva iniciativa de ciencia ciudadana para detectar flora exótica invasora en España. *Conservación Vegetal* 27: 49-50.
- César de Sá, N., Marchante, H., Marchante, E., Cabral, J.A., Pradinho Honrado, J., Vicente, J.R. (2019) Can citizen science data guide the surveillance of invasive plants? A model-based test with acacia trees in Portugal. *Biological Invasions* 21: 2127-2141. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-01962-6>
- Cires, E. & Fernández Prieto, J.A. (2017). Les plantes invasores como exemplu d'adaptación a un territoriu. Situación actual n'Asturies. *Ciencias. Cartafueyos Asturianos de Ciencia y Teunoloxía* 7: 38-57.
- Cires, E., Fernández Prieto, J.A., Bueno, A. (2006) Estado actual de las plantas alóctonas e invasoras del Principado de Asturias. "EEI 2006" 2º Congreso Nacional sobre especies exóticas invasoras (León, 19-22 de septiembre).
- Coblentz, B.E. (1990) Exotic organisms: a dilemma for conservation biology. *Conservation Biology* 4(3): 261-265.
- Cooper, C.B., Hochachka, W.M., Dhondt, A.A. (2007) Contrasting natural experiments confirm competition between house finches and house sparrows. *Ecology* 88: 864e870. <https://doi.org/10.1890/06-0855>
- Cuthbert, R.N., Pattison, Z., Taylor, N.G., Verbrugge, L., Diagne, C., Ahmed, D.A., Leroy, B., Angulo, E., Briski, E., Capinha, C., Catford, J.A., Dalu, T., Essl, F., Gozlan, R.E., Haubrock, P.J., Kourantidou, M., Kramer, A.M., Renault, D., Wasserman, R.J., Courchamp, F. (2021) Global economic costs of aquatic invasive alien species. *Science of The Total Environment* 775: 145238. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145238>
- Dana, E.D., Sanz, M., Vivas, S., Sobrino, E. (2005) Especies Vegetales Invasoras en Andalucía. Dirección General de la Red de Espacios Naturales Protegidos y Servicios Ambientales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Decreto 213/2009, de 20 de noviembre, del Consell, por el que se aprueban medidas para el control de especies exóticas invasoras en la Comunitat Valenciana.
- Di Castri, F. (1989) History of biological invasions with special emphasis on the Old World. En: Drake, J.A., Mooney, H.A., Di Castri, F., Groves, R.H., Kruger, F.J., Rejmánek, M., Williamson, M. (eds.). Biological Invasions, a Global Perspective, pp 1-30. John Wiley & Sons, New York.
- Diagne, C., Leroy, B., Vaissière, A.C., Gozlan, R.E., Roiz, D., Jarić, I., Salles, J.M., Bradshaw, C.J.A., Courchamp, F. (2021) High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature* 592: 571-576. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6>
- Díaz González, T.E. (2005) Las plantas invasoras. Flora Alóctona e Invasora: estado actual de su conocimiento y control en Asturias. En: Plantas Invasoras en el Principado de Asturias I. Conferencia (inérita). Dirección de Recursos Naturales, Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras, Gobierno del Principado de Asturias.
- Díaz González, T.E., Nava Fernández, H.S. (2003) Catálogo previo de plantas invasoras reales y potenciales en Asturias. Informe inédito realizado para la Dirección

- General de Recursos Naturales y Conservación de la Naturaleza y Protección Ambiental. Consejería de Medio Ambiente. Principado de Asturias.
- Díaz-Calafat, J., Jaume-Ramis, S., Soacha, K., Álvarez, A., Piera, J. (2024) Revealing biases in insect observations: A comparative analysis between academic and citizen science data. *PLOS ONE* 19: e0305757. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305757>
- Domingues de Almeida, J., Freitas, H. (2006) Exotic naturalized flora of continental Portugal - A reassessment. *Botanica Complutensis* 30: 117-130.
- Fagúndez, J. (2007) Nuevos datos de flora vascular exótica en Galicia (noroeste de la Península Ibérica). *Lazaroo* 28: 111-114.
- Fernández Prieto, J.A., Torre, F. de la (2000) Protocolos de eliminación de plantas invasoras en el litoral esturiano. Informe inédito. INDUROT (Universidad de Oviedo)- Demarcación de Costas en Asturias (Dirección General de Costas, Ministerio de Medio Ambiente).
- Gassó Pérez-Portabella, N. (2008) Plant invasions success in Spain: a macroecological approach. PhD thesis. Universitat Autònoma de Barcelona.
- GEIB (2006) TOP 20: Las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España. Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (GEIB), Serie Técnica. León.
- Gentili, R., Schaffner, U., Martinoli, A., Citterio, S. (2021) Invasive alien species and biodiversity: Impacts and management. *Biodiversity* 22: 1-3. <https://doi.org/10.1080/014888386.2021.1929484>
- Gobierno del Principado de Asturias (2021) Diagnóstico previo sobre los efectos del cambio climático en los sistemas ambientales y socioeconómicos del Principado de Asturias. Elaborado por el INDUROT de la Universidad de Oviedo.
- Gobierno del Principado de Asturias (2023) Estrategia de Acción por el Clima del Principado de Asturias (EAXCLIMA) 2023-2030.
- González Costales, J.A. (2008) Plantas alóctonas invasoras en el Principado de Asturias. Consejería de Medio, Ordenación del Territorio e Infraestructuras y Obra Social "La Caixa", Oviedo.
- Heywood, V.H. (1989) Pattern, extents and mode of invasion by terrestrial plants. En: Drake, J.A., Mooney, H.A., Di Castri, F., Groves, R.H., Kruger, F.J., Rejmánek, M., Williamson, M. (eds.). *Biological Invasions, a Global Perspective*, pp. 31-55. John Wiley & Sons, New York.
- Johnson, B.A., Mader, A.D., Dasgupta, R., Kumar, P. (2020) Citizen science and invasive alien species: An analysis of citizen science initiatives using information and communications technology (ICT) to collect invasive alien species observations. *Global Ecology and Conservation* 21: e00812. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00812>
- Kornaš, J. (1978) Remarks on the analysis of a synanthropic flora. *Acta Botanica Slovaca, Series A* 3: 385-393.
- Kornaš, J. (1990) Plant invasions in Central Europe: Historical and ecological aspects. En: Di Castri, F., Hansen, A.J., Debussche, M. (eds.). *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin*, pp. 19-36. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Krabbenhoft, C.A., Kashian, D.R. (2020) Citizen science data are a reliable complement to quantitative ecological assessments in urban rivers. *Ecological Indicators* 116: 106476. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106476>.
- Ley 4/ 1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna silvestres. BOE nº 74, de 28 de marzo de 1989.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE nº 299, de 14 de diciembre de 2007.
- Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal. BOE nº 281, de 24 de noviembre de 1996.
- López-Guillén, E., Herrera, I., Bensid, B., Gómez-Bellver, C., Ibáñez, N., Jiménez-Mejías, P., Mairal, M., Mena-García, L., Nualart, N., Utjes-Mascó, M., López-Pujol, J. (2024) Challenges of using iNaturalist in plant research with focus on data quality. *Diversity* 16(1): 42. <https://doi.org/10.3390/d16010042>
- Lorda López, M. (2013) Catálogo florístico de Navarra. Colección Monografías de Botánica Ibérica, nº 11. Jolube Consultor y Editor Botánico.
- Marchante, E. (coord.) (2017) Projeto Plantas Invasoras: uma ameaça vinda de fora. Fichas de plantas invasoras em Portugal. <http://invasoras.pt/> Acceso 29/07/2024
- Marchante, H., Morais, M., Freitas, H., Marchante, E. (2014) Guia prático para a identificação de Plantas Invasoras em Portugal. Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Meaza, G., Cadiñanos, J.A., Campos, J.A., García, J.C., Lozano, P. (1997) Presencia, dinámica actual y procesos de alteración ambiental inducidos por la flora xenófita en el litoral cantábrico oriental. *Munibe* 49: 129-241.
- Moragues, E., Rita, J. (2005) Els Vegetals introduïts a les illes Balears. Documents tècnics de conservació IIª època, núm. 11. Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- Muñoz García, F., Soria Carreras, S., Bautista Carrascosa, N., Pino del Barrio, C., Ortiz, J.C. (2023) Plan de fomento y gestión de la biodiversidad en la ciudad de Madrid. Área del Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad Dirección General de Gestión del Agua y Zonas Verdes. Ayuntamiento de Madrid.
- Oliva-Paterna, F.J., Guillén, A., Torralva, M. (coords.) (2019) Especies Exóticas Invasoras de la cuenca del río Segura. Listas prioritarias y manual para su gestión. Proyecto LIFE+RIPISILVA-NATURA. Ed. Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente. Murcia.
- Pino, J., Font, X., Carbo, J., Jove, M., Pallare, L. (2005) Large-scale correlates of alien plant invasion in Catalonia (NE of Spain). *Biological Conservation* 122: 339-350.
- Pocock, M.J.O., Adriaens, T., Bertolino, S., Eschen, R., Essl, F., Hulme, P.E., Jeschke, J.M., Roy, H.E., Teixeira, H., de Groot, M. (2024) Citizen science is a vital partnership for invasive alien species management and research. *iScience* 27: 108623. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108623>

- Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke, J.M., Kühn, I., Liebhold, A.M., Mandrak, N.E., Meyerson, L.A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H.E., Seebens, H., ... Richardson, D.M. (2020) Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 95(6): 1511-1534. <https://doi.org/10.1111/BRV.12627>
- QGIS.org (2024) QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- Ramil-Rego, P., Vales, C. (eds.) (2019) *Especies Exóticas Invasoras: situación e propostas de mitigación*. Monografías do Ibader, Serie Biodiversidade.
- Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras. BOE nº 298, de 12 de diciembre de 2011.
- Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. BOE nº 185, de 4 de agosto de 2013.
- Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014, sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras.
- Ricciardi, A., Iacarella, J.C., Aldridge, D.C., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Catford, J.A., Dick, J.T.A., Hulme, P.E., Jeschke, J.M., Liebhold, A.M., Lockwood, J.L., Macisaac, H.J., Meyerson, L.A., Pyšek, P., Richardson, D.M., Ruiz, G.M., Simberloff, D., Vilà, M., Wardle, D.A. (2021) Four priority areas to advance invasion science in the face of rapid environmental change. *Environmental Reviews* 29(2): 119-141. <https://doi.org/10.1139/er-2020-0088>
- Romero Buján, M.I. (2007) Flora exótica de Galicia (Noroeste ibérico). *Botanica Complutensis* 31: 113-125.
- Rotchés-Ribalta, R., Álvarez, E., Riera, M., Andreu, J., Basnou, C., Melero, Y., Fuentes, L., Escobar, A., Martínez, D., Pino, J. (2021) Les espècies exòtiques a Catalunya. 12 anys del projecte EXOCAT CREAF. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. Generalitat de Catalunya.
- Sanz Elorza, M. (2006) La flora alóctona del Altoaragón. Flora analítica de xenófitas de la provincia de Huesca. Editorial Gihemar S.A. Madrid.
- Sanz Elorza, M., Dana Sánchez, E.D. & Sobrino Vespeinas, E. (eds.) (2004) *Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid.
- Sanz Elorza, M., Dana, E. & Sobrino, E. (2001) Checklist of invasive alien plants in Spain (Iberian Peninsula and Balearic Islands). *Lazaroa* 22: 121-131.
- Sanz Elorza, M., Dana, E.D., Sobrino, E. (2006) Invasibility of an inland area in NE Spain by alien plants. *Acta Oecologica* 29: 114-122.
- Sanz Elorza, M., González Bernardo, F. (2005) La flora alóctona de la provincia de Segovia. *Ecología* 19: 129-148.
- Sanz Elorza, M., González Bernardo, F., Serreta Oliván, A. (2009) La flora alóctona de Aragón (España). *Botanica Complutensis* 33: 69-88.
- Sanz Elorza, M., Sobrino Vespeinas, E., Dana Sánchez, E.D. (2005) Aproximación al listado de plantas vasculares alóctonas invasoras reales y potenciales en las islas Canarias. *Lazaroa* 26: 55-66.
- Skálová, H., Jarošík, V., Dvořáčková, Š., Pyšek, P. (2013) Effect of intra- and interspecific competition on the performance of native and invasive species of impatiens under varying levels of shade and moisture. *PLOS ONE* 8(5): e62842 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062842>
- Suárez Rodríguez, J.A. (2018) Guía divulgativa para el control y erradicación de flora exótica invasora en Canarias. Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad. Gobierno de Canarias.
- Torre, F. de la & Álvarez Arbesú, R. (1999) Control of noxious weeds in sensitive areas. *Actas del 1º Encontro Invasoras Lenhosas (Gerês, Portugal)* 1: 203-208.
- Torre, F. de la (1998) Catalogación y tipificación de las plantas introducidas en Asturias. Seminario de Investigación. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Universidad de Oviedo.
- Torre, F. de la (2003) Las plantas invasoras en Asturias. *Naturalia Cantabrica* 2: 33-43.
- Torre, F. de la, Fernández Prieto, J.A., García Manteca, P. & Ballesteros, F. (2000) Large scale monitoring design with Cortaderia selloana. 1º simpósio sobre Espécies exóticas. Introduções, Causas e Consequências (Lisboa, Portugal). Libro de Resúmenes: 47-49.
- Valdeolivas, G., Varas, J., Ceballos, A., Berzosa, J. Reñón, J.L. (2005) Cuaderno de campo para el seguimiento de especies alóctonas naturalizadas en Cantabria. Dirección General de Montes y Conservación de la Naturaleza, Consejería de Ganadería, Agricultura y Pesca, Gobierno de Cantabria. Santander.
- Vilà, M., Espinar, J.L., Hejda, M., Hulme, P.E., Jarošík, V., Maron, J.L., Pergl, J., Schaffner, U., Sun, Y., Pyšek, P. (2011) Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology letters* 14: 702-708. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x>
- Vivó-Pons, A., Blomqvist, M., Törnroos, A., Lindegren, M. (2023) A trait-based approach to assess niche overlap and functional distinctiveness between non-indigenous and native species. *Ecology Letters* 26(11): 1911-1925. <https://doi.org/10.1111/ELE.14315>
- VV.AA. (2007) Plantas invasoras de Galicia. Biología, distribución e métodos de control. Xunta de Galicia.

ANEXO I

Relación de plantas alóctonas presentes en el Principado de Asturias que muestran un comportamiento invasor manifiesto.

Taxón	Familia
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	Malvaceae
<i>Acacia longifolia</i> (Andrews) Willd.	Fabaceae
* <i>Acacia mearnsii</i> De Wild. ¹	Fabaceae
<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	Fabaceae
<i>Acer negundo</i> L.	Sapindaceae
<i>Allium triquetrum</i> L.	Amaryllidaceae
<i>Aloe maculata</i> All.	Asphodelaceae
* <i>Amaranthus albus</i> L. ¹	Amaranthaceae
<i>Amaranthus blitum</i> L.	Amaranthaceae
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Amaranthus powellii</i> S.Watson	Amaranthaceae
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae
* <i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis ¹	Basellaceae
<i>Aptenia cordifolia</i> (L.f.) Schwantes	Aizoaceae
<i>Arctotheca calendula</i> (L.) K.Lewin	Asteraceae
<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	Asteraceae
<i>Arundo donax</i> L.	Poaceae
<i>Austrocylindropuntia subulata</i> (Muehlenpf.) Backeb.	Cactaceae
* <i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst. ¹	Plantaginaceae
<i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff	Asteraceae
<i>Bidens frondosa</i> L.	Asteraceae
* <i>Bidens pilosa</i> L. ¹	Asteraceae
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	Apiaceae
<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	Casuarinaceae
* <i>Cenchrus longisetus</i> M.C.Johnst. ¹	Poaceae
<i>Centaurea diluta</i> Aiton	Asteraceae

Taxón	Familia
<i>Ceratochloa cathartica</i> (Vahl) Herter	Poaceae
<i>Chamaesyce polygonifolia</i> (L.) Small	Euphorbiaceae
<i>Chamaesyce serpens</i> (Kunth) Small	Euphorbiaceae
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Amaranthaceae
<i>Chenopodium multifidum</i> L.	Amaranthaceae
<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	Brassicaceae
<i>Cotula australis</i> Hook.f.	Asteraceae
<i>Cotula coronopifolia</i> L.	Asteraceae
<i>Crocasmia ×crocosmiiflora</i> (Lemoine) N.E.Br.	Iridaceae
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cupressaceae
<i>Cyperus alternifolius</i> L.	Cyperaceae
<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.	Cyperaceae
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae
<i>Cyrtomium falcatum</i> (L.f.) C.Presl	Polypodiaceae
<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae
<i>Delairea odorata</i> Lem.	Asteraceae
<i>Dichondra micrantha</i> Urb.	Convolvulaceae
<i>Dittrichia graveolens</i> (L.) Greuter	Asteraceae
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	Asteraceae
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Elaeagnaceae
<i>Eleocharis bonariensis</i> Nees	Cyperaceae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae
<i>Eleusine tristachya</i> (Lam.) Lam.	Poaceae
* <i>Epilobium brachycarpum</i> C.Presl ²	Onagraceae
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Asteraceae
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Asteraceae
<i>Erigeron floribundus</i> (Kunth) Sch.Bip. ³	Asteraceae
<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	Asteraceae
<i>Erigeron sumatrensis</i> Retz.	Asteraceae
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Myrtaceae
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Myrtaceae

Taxón	Familia
<i>*Euphorbia maculata</i> L. ¹	Euphorbiaceae
<i>*Euphorbia prostrata</i> Aiton ¹	Euphorbiaceae
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Fabaceae
<i>Gnaphalium coarctatum</i> Willd.	Asteraceae
<i>Hakea salicifolia</i> (Vent.) B.L.Burt	Fabaceae
<i>Helianthus ×laetiflorus</i> Pers.	Asteraceae
<i>*Helianthus tuberosus</i> L. ¹	Asteraceae
<i>Helichrysum petiolare</i> Hilliard & B.L.Burt	Asteraceae
<i>Hesperocyparis arizonica</i> (Greene) Bartel	Cupressaceae
<i>Hesperocyparis lusitanica</i> (Mill.) Bartel	Cupressaceae
<i>Hesperocyparis macrocarpa</i> (Hartw.) Bartel	Cupressaceae
<i>Hypericum calycinum</i> L.	Hypericaceae
<i>Impatiens balfourii</i> Hook.f.	Balsaminaceae
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae
<i>Jacobaea maritima</i> (L.) Pelser & Meijden	Asteraceae
<i>Juncus tenuis</i> Willd.	Juncaceae
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae
<i>*Lemna minuta</i> Kunth ⁴	Araceae
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Brassicaceae
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	Caprifoliaceae
<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) C.K.Schneid.	Moraceae
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	Berberidaceae
<i>Matricaria discoidea</i> DC.	Asteraceae
<i>Matthiola incana</i> (L.) W.T.Aiton	Brassicaceae
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae
<i>Oenothera biennis</i> L.	Onagraceae
<i>Oenothera glazioviana</i> Micheli	Onagraceae
<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	Onagraceae
<i>Oenothera stricta</i> Ledeb. ex Link	Onagraceae

Taxón	Familia
<i>Oxalis articulata</i> Savigny	Oxalidaceae
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Oxalidaceae
<i>*Oxalis purpurea</i> L. ¹	Oxalidaceae
<i>Panicum capillare</i> L.	Poaceae
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	Poaceae
<i>Paraserianthes lophantha</i> (Vent.) I.C.Nielsen	Fabaceae
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Vitaceae
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Poaceae
<i>Paspalum distichum</i> L.	Poaceae
<i>*Paspalum urvillei</i> Steud. ²	Poaceae
<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	Poaceae
<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	Paulowniaceae
<i>Persicaria capitata</i> (Buch.-Ham. ex D.Don) H.Gross	Polygonaceae
<i>Persicaria pensylvanica</i> (L.) M.Gómez	Polygonaceae
<i>Petasites pyrenaicus</i> (Loefl.) G.López	Asteraceae
<i>Phyllostachys aurea</i> (André) Riviére & C.Riviére	Poaceae
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae
<i>Pinus strobus</i> L.	Pinaceae
<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T.Aiton	Pittosporaceae
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	Pittosporaceae
<i>Prunus laurocerasus</i> L.	Rosaceae
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	Pinaceae
<i>Quercus rubra</i> L.	Fagaceae
<i>*Reynoutria ×bohemica</i> Chrtk & Chrtková ¹	Polygonaceae
<i>*Robinia ×ambigua</i> Poir. ²	Fabaceae
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Fabaceae
<i>Salix babylonica</i> L.	Salicaceae
<i>Selaginella azorica</i> Baker	Selaginellaceae
<i>Senecio angulatus</i> L.f.	Asteraceae

Taxón	Familia
* <i>Senecio tamoides</i> DC. ¹	Asteraceae
* <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelén ¹	Poaceae
* <i>Sicyos angulatus</i> L. ²	Cucurbitaceae
<i>Sisyrinchium angustifolium</i> Mill.	Iridaceae
<i>Solanum chenopodioides</i> Lam.	Solanaceae
<i>Solanum physalifolium</i> Rusby	Solanaceae
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Solanaceae
<i>Soleirolia soleirolii</i> (Req.) Dandy	Urticaceae
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	Asteraceae
<i>Soliva sessilis</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	Asteraceae
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Poaceae
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	Poaceae
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	Poaceae
<i>Symphyotrichum lanceolatum</i> (Willd.) G.L.Nesom	Asteraceae
<i>Symphyotrichum squamatum</i> (Spreng.) G.L.Nesom	Asteraceae
* <i>Thinopyrum obtusiflorum</i> (DC.) Banfi ⁵	Poaceae
<i>Tropaeolum majus</i> L.	Tropaeolaceae
* <i>Verbena litoralis</i> var. <i>brevibracteata</i> (Kuntze) N.O'Leary ⁶	Verbenaceae
<i>Veronica persica</i> Poir.	Plantaginaceae
<i>Vinca major</i> L.	Apocynaceae
<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) DC.	Fabaceae
<i>Xanthium orientale</i> subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter	Asteraceae
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Asteraceae
<i>Yucca aloifolia</i> L.	Asparagaceae
<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	Araceae

Notas:

* Nueva aportación al Catálogo de la Flora Vascular del Principado de Asturias [Fernández Prieto, J.A., Cires Rodríguez, E., Bueno Sánchez, A., Vázquez, V.M. & Nava Fernández, H.S. (2014) Catálogo de las plantas vasculares del Principado de Asturias. *Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón)* 11: 7-267].

¹: GBIF (2024). <https://www.gbif.org>. Acceso 29/07/2024.

²: García Rodríguez, A. (2022) Noticia de cinco especies naturalizaes d'interés pal Catálogu de la Flora Asturiana y nueva cita del felechu *Davallia canariensis* nel Monumentu Natural Entrepenees y La Playa Vega. *Ciencias. Cartafueyos Asturianos de Ciencia y Teunoloxía* 12: 15-27.

³: En Fernández Prieto *et al.* (2014, Ibid.) bajo el nombre *Erigeron bilbaoanus* (J.Rémy) Cabrera.

⁴: Nava, H.S., Sanna, M., García-Rovés, P., Ramil Rego, P., Rodríguez-Gutián, M.A., Cires, E., Sánchez Corominas, T., Vázquez, V.M. & Fernández Prieto, J.A. (2020) Una nueva lenteja de agua para la flora asturiana: *Lemna minuta* Kunth. En: Fernández Prieto, J.A., Vázquez, V.M., Bueno, A., Nava, H.S., Carlón, L. & Cires, E. (Eds.) (2020). Notas corológicas, sistemáticas y nomenclaturales para el catálogo de la Flora Vascular del Principado de Asturias. IV. *Naturalia Cantabricae 8 Especial* (2): 89.

⁵: Asturnatura (2024). <https://www.asturnatura.com/>. Acceso 29/07/2024 [bajo el nombre *Elymus obtusiflorus* (DC.) Conert].

⁶: Sanna, M., Díaz González, T.E. (2023) Sobre la presencia de *Verena litoralis* var. *brevibracteata* en el Principado de Asturias. *Boletín Ciencia y Tecnología R.I.D.E.A.* 57: 7-12.

ANEXO II

Relación de plantas alóctonas que muestran un comportamiento invasor manifiesto, que aún no estando presentes en Asturias, podrían ser futuras invasiones al estar presentes en regiones próximas.

Taxón	Familia
<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae
<i>Ageratina riparia</i> (Regel) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	Amaranthaceae
<i>Amaranthus blitoides</i> S.Watson	Amaranthaceae
<i>Amaranthus blitum</i> subsp. <i>emarginatus</i> (Salzm. ex Uline & Bray) Carretero, Muñoz Garm. & Pedrol	Amaranthaceae
<i>Amaranthus cruentus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Amaranthus graecizans</i> L. [Amaranthaceae]	Amaranthaceae
<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.) Morrone	Poaceae
<i>Cenchrus setaceus</i> (Forssk.) Morrone	Poaceae
<i>Commelina communis</i> L.	Commelinaceae
<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague ex Britton & P.Wilson	Apiaceae
<i>Digitaria debilis</i> (Desf.) Willd.	Poaceae
<i>Disphyma crassifolium</i> (L.) L.Bolus	Aizoaceae
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	Hydrocharitaceae
<i>Elodea densa</i> (Planch.) Casp.	Hydrocharitaceae
<i>Eragrostis virescens</i> J.Presl	Poaceae
<i>Erigeron primulifolius</i> (Lam.) Greuter	Asteraceae
<i>Gladiolus undulatus</i> L.	Iridaceae

Taxón	Familia
<i>Hakea decurrens</i> R.Br.	Proteaceae
<i>Helichrysum foetidum</i> (L.) Moench	Asteraceae
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Comm. ex Lam.	Araliaceae
<i>Lemna valdiviana</i> Phil.	Araceae
<i>Ludwigia grandiflora</i> (Michx.) Greuter & Burdet	Onagraceae
<i>Ludwigia peploides</i> subsp. <i>montevidensis</i> (Spreng.) P.H.Raven	Onagraceae
<i>Muhlenbergia schreberi</i> J.F.Gmel.	Poaceae
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	Haloragaceae
<i>Myriophyllum heterophyllum</i> Michx.	Haloragaceae
<i>Oenothera drummondii</i> Hook.	Onagraceae
<i>Oenothera ×fallax</i> Renner	Onagraceae
<i>Paspalum notatum</i> Flügge	Poaceae
<i>Phytolacca heterotepala</i> H.Walter	Phytolaccaceae
<i>Potentilla indica</i> (Andrews) Th.Wolf	Rosaceae
<i>Pterocarya stenoptera</i> C.DC.	Juglandaceae
<i>Reynoutria sachalinensis</i> (F.Schmidt) Nakai	Polygonaceae
<i>Salpichroa origanifolia</i> (Lam.) Baill.	Solanaceae
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Solanaceae
<i>Sporobolus alterniflorus</i> (Loisel.) P.M.Peterson & Saarela	Poaceae
<i>Verbena brasiliensis</i> Vell.	Verbenaceae
<i>Verbena incompta</i> P.W.Michael	Verbenaceae