

Historia de una invasión: presencia y representatividad de *Cortaderia selloana* en los herbarios ibéricos

Teresa Moreno¹, Jaime Fagúndez^{1,2,*} 

(1) Universidade da Coruña. Facultade de Ciencias, 15071 A Coruña. España.

(2) Centro de Investigación Interuniversitario das Paisaxes Atlánticas Culturais CISPAC. Cidade da Cultura de Galicia, 15707 Santiago de Compostela, España.

* Autor para correspondencia / Corresponding author: Jaime Fagúndez [jaime.fagundez@udc.es]

> Recibido / Received: 09/04/2025 – Aceptado / Accepted: 28/09/2025

Cómo citar / How to cite: Moreno, T., Fagúndez, J. 2025. Historia de una invasión: presencia y representatividad de *Cortaderia selloana* en los herbarios ibéricos. *Ecosistemas* 34(3): 3014. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3014>

Historia de una invasión: presencia y representatividad de *Cortaderia selloana* en los herbarios ibéricos

Resumen: Los herbarios son una fuente de información útil para el estudio de la distribución geográfica y los cambios en la distribución de las plantas. En el caso de las especies exóticas invasoras, las variaciones en su área de distribución y ecología se dan en cortos espacios de tiempo, que pueden observarse en los materiales recogidos en los herbarios. *Cortaderia selloana* (Sult. & Sult.f.) Asch. & Graebn (Poaceae) es una gramínea invasora introducida como ornamental, hoy ampliamente naturalizada por la costa norte, oeste y levante de la península ibérica. En este estudio se ha realizado una revisión completa de los pliegos de la especie disponibles en los herbarios públicos ibéricos para conocer la historia de la introducción y expansión. Se recibieron y revisaron un total de 155 pliegos pertenecientes a 21 herbarios, datados desde principios del siglo XX hasta la actualidad. La información recogida en los pliegos no permite describir el proceso completo de introducción y expansión en el territorio estudiado, pero aporta datos sobre la distribución de ejemplares en función de su carácter invasor y sexo a lo largo de las décadas y la representatividad territorial de las recolecciones. Además, se localizaron larvas de la plaga *Spanolepis selloanae* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en inflorescencias de pliegos de Asturias y el norte de Portugal recogidos en 2018 y fechas posteriores, lo que confirma que la introducción de *S. selloanae* en la península ibérica se produjo de forma independiente de la de *C. selloana*.

Palabras clave: especie exótica invasora; gramíneas; introducción; plaga; colecciones científicas

History of an invasion: presence and representativity of *Cortaderia selloana* in the Iberian herbaria

Abstract: Herbaria are a useful source of information for the study of the geographic distribution and expansion dynamics of plants. In invasive alien species, variations in their geographic range and niche may occur in short periods of time, which can be observed in herbarium materials. *Cortaderia selloana* (Sult. & Sult.f.) Asch. & Graebn (Poaceae) is an invasive grass introduced as a garden plant, today widely naturalized along the north, west and east coast of the Iberian Peninsula. In this study, a complete review of the herbarium sheets of the species available in the Iberian public herbaria was carried out, in order to understand the history of its introduction and expansion in the Iberian Peninsula. A total of 155 sheets from 21 herbaria were received and reviewed, dating from the beginning of the 20th century to present day. The information collected in the sheets does not allow to describe the complete process of introduction and expansion in the studied territory, but it provides data on the distribution of specimens according to their invasiveness and sex over the decades, and the territorial representativeness of the sheets. In addition, larvae of the midge *Spanolepis selloanae* Gagné (Diptera, Cecidomyiidae) were found in inflorescences from Asturias and northern Portugal collected in 2018 and later dates, confirming that the introduction of *S. selloanae* into the Iberian Peninsula occurred later and independently from that of *C. selloana*.

Keywords: invasive alien species; grasses; introduction; plague; scientific collections

Introducción

Los herbarios son infraestructuras científicas donde se conservan colecciones vegetales en forma de pliegos, que son muestras deshidratadas, prensadas, etiquetadas y custodiadas en una instalación diseñada para tal fin (Paton et al. 2020). Además de la conservación de pliegos, los herbarios desarrollan otras funciones como la difusión de la información, la restauración de las muestras y la promoción de la investigación en taxonomía, sistemática, ecología y medio ambiente (Delnatte 2015). Un pliego de herbario aporta información geográfica, ecológica, fenológica, fenotípica e histórica, contenida tanto en la propia muestra vegetal como en los datos de la etiqueta y su equivalente en los metadatos almacenados digitalmente. Los datos de fecha de recolección, localización precisa, hábitat, estado fenológico, morfología o interacciones bióticas son particularmente útiles para estudios de sistemática y biogeografía (Greve et al. 2016; Lang et al. 2019). Además, el pliego es el testimonio de una

planta recogida en un lugar y un momento, lo que permite estudiar posibles cambios adaptativos o biogeográficos, una información importante en factores de cambio global como las invasiones biológicas, el cambio climático, la destrucción de hábitats y la contaminación (Funk 2003; Lang et al. 2019).

En el caso de las plantas invasoras, el estudio de los pliegos disponibles en herbarios permite establecer una cronología del proceso de invasión y su dinámica poblacional desde los primeros registros en un territorio hasta el momento actual, y predecir su expansión en dicho territorio (Exposito-Alonso et al. 2018; Magona et al. 2018). La reconstrucción del proceso de invasión permite identificar las características de la especie que explican su éxito como invasora, mejorar el conocimiento sobre su biología y localizar factores ambientales que expliquen el comportamiento invasor. Esta información tiene aplicación directa en el diseño de acciones de prevención y gestión (Vilà et al. 2011; Aikio et al. 2012; Dodd et al. 2016). La información contenida en los pliegos también puede establecer el origen de una invasora, como en el caso de *Arundo donax* (Poaceae), una especie invasora en Europa, Oceanía, África y América, donde la secuenciación del ADN a partir de ejemplares recolectados en campo y de pliegos de herbario permitió precisar el origen de las poblaciones europeas (Hardion et al. 2014).

De los pliegos también se puede obtener información acerca de las interacciones de las plantas con parásitos, patógenos o herbívoros (Lang et al. 2019). Al igual que ocurre con los procesos de invasión, la presencia de parásitos en pliegos permite datar y localizar el origen y documentar cambios en la dinámica de la interacción (Meineke y Davies 2018). De esta forma se ha podido determinar el origen de herbívoros que atacan a plantas invasoras, como el caso del lepidóptero *Cameraria ohridella* (Deschka and Dimić, 1986) (Gracillariidae), que se alimenta de las hojas de *Aesculus hippocastanum* L. (Sapindaceae). La identidad, el origen y la dinámica temporal de la especie invasora pudo evaluarse a partir de las muestras de herbario y la secuenciación de su ADN (Lees et al. 2011).

Cortaderia selloana (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn (Poaceae) es una gramínea herbácea perenne de gran porte, que florece formando grandes panículas en forma de plumero que pueden superar cuatro metros de altura (Harradine 1991; Herrera y Campos 2006; Lázaro-Lobo et al. 2024b). Esta floración característica le confiere un gran valor ornamental, motivo por el que se introdujo en diferentes lugares como Estados Unidos, Europa, Sudáfrica o Australia desde su área nativa en Argentina, Uruguay, Chile, Bolivia, Paraguay y Brasil (Astegiano 1995; Lázaro-Lobo et al. 2024b). Las inflorescencias secas y la planta viva para uso ornamental se introdujeron en Europa y popularizaron por su vistosidad en los siglos XIX y XX (Lambrinos 2001; Domingues y Freitas 2002).

Actualmente, *C. selloana* se encuentra naturalizada en gran parte del sur de Europa, incluyendo las áreas costeras peninsulares, y presenta un comportamiento manifiestamente invasor con tendencia expansiva (Sanz Elorza et al. 2004; Herrera y Campos 2006; Tarabon et al. 2018; Pardo-Primoy y Fagúndez 2019). En España, el primer registro de la especie como planta espontánea no cultivada data de 1953 en la bahía de Santander, Cantabria (Herrera y Campos 2006). En Galicia las primeras citas son de principios de los años 80 (González 1988); en otras comunidades, no hay referencias claras o son más tardías (Sanz Elorza et al. 2004).

En las áreas invadidas, *Cortaderia selloana* se reconoce como una de las especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España, por impacto en el paisaje, la salud humana y la biodiversidad (Fagúndez y Barrada 2007). La especie invade y modifica medios naturales como matorrales templados, zonas fluviales, dunas y marismas (Sanz Elorza et al. 2004; Herrera y Campos 2006). Sin embargo, generalmente se desarrolla en hábitats antrópicos, donde puede formar comunidades monoespecíficas, asociadas a infraestructuras viarias como carreteras y autovías, zonas industriales o periurbanas (Fagúndez y Lema 2019; Pardo-Primoy y Fagúndez 2019). También colonizan cultivos, prados transformados o repoblaciones, en sistemas ruderales o sometidos a perturbaciones como incendios o procesos erosivos (Fagúndez y Lema 2019; Pardo-Primoy y Fagúndez 2019).

La gran capacidad de dispersión y colonización de *C. selloana* se explica por el éxito de su reproducción sexual. La especie presenta ginodioecia, con individuos hermafroditas que forman grandes cantidades de polen y, raramente, frutos (Connor 1973) e individuos femeninos que producen grandes cantidades de frutos en forma de cariósipide que se dispersan por el viento asistidos por el lema, que es persistente y peloso (Knowles y Ecroyd 1985; Herrera y Campos 2006). Recientemente se ha descrito *Spanolepis selloanae* Gagné, un díptero cecidómido asociado a *C. selloana* que evita la formación de semillas y que muestra altos valores de prevalencia (Fagúndez et al. 2021). Este díptero se encuentra en la actualidad al menos en el norte y noroeste de España, y toda la costa de Portugal (Fagúndez et al. 2021; Roldão Almeida et al. 2023; Lázaro-Lobo et al. 2024b), pero se desconoce su origen y su distribución a escala global.

En este estudio se analizó el material depositado en los herbarios ibéricos para la identificación del proceso de introducción e invasión de *C. selloana*. La información contenida en el etiquetado y el propio pliego puede ayudar a determinar posibles cambios o momentos clave en el proceso de invasión. Por esta razón, es particularmente importante la distribución espacial y temporal de los pliegos, así como la información sobre el hábitat donde se recogió la especie. Además, se exploró la presencia del cecidómido *S. selloanae* asociada a las inflorescencias, para determinar si el proceso de colonización del díptero se produjo en paralelo al de la planta hospedadora o en un evento independiente.

Es necesario evaluar el papel de los herbarios en el estudio de las plantas, porque son infraestructuras que se encuentran en un momento crítico a nivel global (Crisci et al. 2020). En este caso de estudio se evalúan las necesidades específicas de gestión de los pliegos de las plantas invasoras, una herramienta con un gran potencial para mejorar el conocimiento de las dinámicas de naturalización, expansión y colonización o de las asociaciones bióticas con organismos que pueden ser potenciales agentes de control biológico.

Material y métodos

El protocolo de intercambio de material entre herbarios establece el uso público con fines científicos de las colecciones, incluidos los intercambios entre instituciones. Por esta razón, las consultas y solicitudes se realizaron a través del herbario de la Universidade de Santiago de Compostela o herbario SANT según el acrónimo asignado y recogido en el código internacional *Index Herbariorum* (<https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>). Se solicitó información a 36 herbarios ibéricos y, en los que se confirmó la disponibilidad de pliegos de *C. selloana*, se cursó la solicitud de intercambio correspondiente según los modelos proporcionados por cada herbario. Dos herbarios se consultaron en persona (SANT y SEV) y el resto envió su material a las instalaciones del herbario SANT, donde se custodiaron los pliegos hasta completar el estudio. A su recepción, los pliegos se congelaron durante al menos dos semanas. Se tomaron fotografías de todos los pliegos, incluyendo detalles de los caracteres clave de las espiguillas. Para cada pliego se confirmó la identificación, se determinó el sexo y el estado fenológico de la inflorescencia. En los pliegos en que se constató la presencia de *S. selloanae*, se realizó un recuento de larvas sobre una muestra aleatoria de 50 flores, para calcular su prevalencia (Fagúndez et al. 2021).

A cada pliego se le asignó un identificador, formado por el acrónimo del herbario de procedencia y el número de pliego. Se creó una base de datos con las medidas obtenidas de la observación de la muestra y de la información incluida en la etiqueta. Las variables registradas y las categorías asignadas se recogen en la **Tabla 1**.

El análisis de las interacciones entre las variables estudiadas (**Tabla 1**) se realizó mediante la construcción de tablas de contingencia para cada par de variables y el contraste de χ^2 , excepto en los casos en los que existían valores bajos o ceros en las frecuencias de algunas combinaciones. Para la realización de la cartografía se utilizó el programa QGIS en su versión 3.10. Las pruebas estadísticas se realizaron con el paquete “gmodels” implementado en R (Warnes et al. 2024).

Tabla 1. Variables estudiadas en los pliegos de *Cortaderia selloana* de herbarios ibéricos.

Table 1. Studied variables of the *Cortaderia selloana* iberian herbarium data.

Variable	Descripción	Clases	Observaciones
Tiempo	Año de la recolección según etiqueta	Seis clases por décadas naturales y una clase para anteriores a 1980	Tres pliegos de fecha indeterminada
Fenología	Estado fenológico	Temprano / medio / tardío	
Reproducción	Presencia de flores o inflorescencias en el pliego	Reproductivo / vegetativo	
Sexo	Especie ginodioica con plantas femeninas y hermafroditas	Hermafrodita / femenino	Sin información en tres pliegos vegetativos
Origen	Información sobre el origen de la población o individuo	Cultivada / naturalizada	Indeterminado en 15 pliegos

Resultados

De las solicitudes de información realizadas a 36 herbarios, se obtuvo respuesta de 29. Ocho herbarios manifestaron no tener ningún pliego de *C. selloana* en su colección. A los herbarios que contaban con pliegos de la especie, se les envió la solicitud oficial a través del herbario SANT. Se recibieron o estudiaron un total de 159 pliegos de *C. selloana* de 21 herbarios ibéricos (**Tabla 2**). Cuatro pliegos provenientes de dos herbarios presentaban un error en la identificación; dos se identificaron como *Cenchrus setaceus* (Forssk.) Morrone y dos como *Tripidium ravennae* (L.) Scholz. Se adjuntó la correspondiente etiqueta de revisión al pliego antes de su devolución. Tres pliegos de tres herbarios distintos se descartaron por provenir de fuera de la península ibérica, dos se recogieron en Brasil y uno en las Islas Canarias. Otros dos pliegos con un único código contenían material de más de una planta y se trataron como muestras independientes en los análisis. Por tanto, los siguientes resultados se refieren a un total de 155 pliegos de *C. selloana* recogidos en el territorio de la península ibérica (**Tabla 2**; **Fig. 1** y **Fig. 2**).

Los pliegos estudiados se recogieron en un periodo que abarca más de 100 años. El pliego más antiguo de *C. selloana* procedente de la península ibérica es un ejemplar femenino recogido en San Martí Sapresa (Girona) en 1908 y que se conserva en el herbario BCN. La etiqueta original del pliego aporta poca información, pero incluye una abreviatura (cult.) que parece indicar un origen de cultivo. Únicamente siete pliegos (4.5 %) son anteriores a 1980, aunque otros tres que no pudieron datarse son probablemente anteriores a esta fecha. Otros 30 pliegos se recogieron en las dos últimas décadas del siglo XX, el resto se recogieron a partir del año 2000. Tres pliegos (1.9 %) incluían material exclusivamente vegetativo, por lo que no se determinó su sexo. De los restantes, 107 se identificaron como femeninos (69.0 %) y 45 como hermafroditas (29.0 %). Ningún pliego recogía esta información en su etiqueta. Para la fenología de las plantas en flor, de los 152 pliegos en estadio reproductivo (femeninos o hermafroditas), 64 se categorizaron como floración temprana (42.1 %), 64 como floración tardía (42.1 %) y en 24 pliegos las inflorescencias se encontraban vacías (15.8 %). Las pruebas chi-cuadrado mostraron una asociación estadísticamente

significativa entre las variables Sexo y Fenología ($\chi^2 = 16.521$; g.l. = 2; $p = 0.0002$), con mayor frecuencia de lo esperado de pliegos femeninos con floración tardía (56) y menor en hermafroditas (8).

En 114 pliegos (73.5 %) se establece de forma clara el carácter espontáneo de la planta en la etiqueta. En otros 26 pliegos (16.8 %) se indica procedencia de jardín o cultivo. En los 15 pliegos restantes (9.7 %) no se constata en la etiqueta si el ejemplar recogido se encontraba naturalizado o cultivado. Sin considerar estos pliegos indeterminados ni los vegetativos, se observó una asociación entre las variables Sexo y Origen ($\chi^2 = 4.326$; g.l. = 1; $p = 0.0375$), con mayor frecuencia de lo esperado en pliegos femeninos naturalizados y en pliegos hermafroditas de cultivo.

La distribución geográfica de los pliegos es sólo parcialmente coincidente con la distribución actual de la especie naturalizada (Fig. 1). El mayor número de pliegos de *C. selloana* se recogieron en el Cantábrico, a lo largo de gran parte de la costa e interior del País Vasco, Cantabria y Asturias, y en la costa de Cataluña. En el interior peninsular se obtuvieron pocas muestras, las más numerosas de la provincia de Madrid, principalmente como cultivadas, y de Segovia y Valladolid, como naturalizadas. Portugal está poco representado con pliegos de tres áreas en el entorno de Porto, Lisboa y Algarve, aunque únicamente se recibieron pliegos de un herbario portugués (LISI).

Se han encontrado larvas de *S. selloanae* en 38 de los 155 pliegos analizados (24.5 %), 35 provenientes de Asturias y depositados en el herbario FCO, y tres de Porto y Braga, en Portugal, depositados en el herbario LISI. Todas las larvas se localizaron en pliegos femeninos, con una frecuencia de infección del 35.5 % de los 107 pliegos femeninos totales (Fig. 3). Seis pliegos infectados se recogieron en 2018 (15.7 %), y el resto en 2021 (84.2 %). Todos los pliegos infectados se identificaron como fenología tardía, es decir, en fructificación, excepto uno en fenología temprana, que presenta ovarios no transformados en las flores. La prevalencia media en las inflorescencias infectadas, medido en porcentaje de flores con larva sobre un total de 50, fue de un 84.9 %, con una desviación estándar de 8.056, y un rango entre el 36 % y el 100 %.

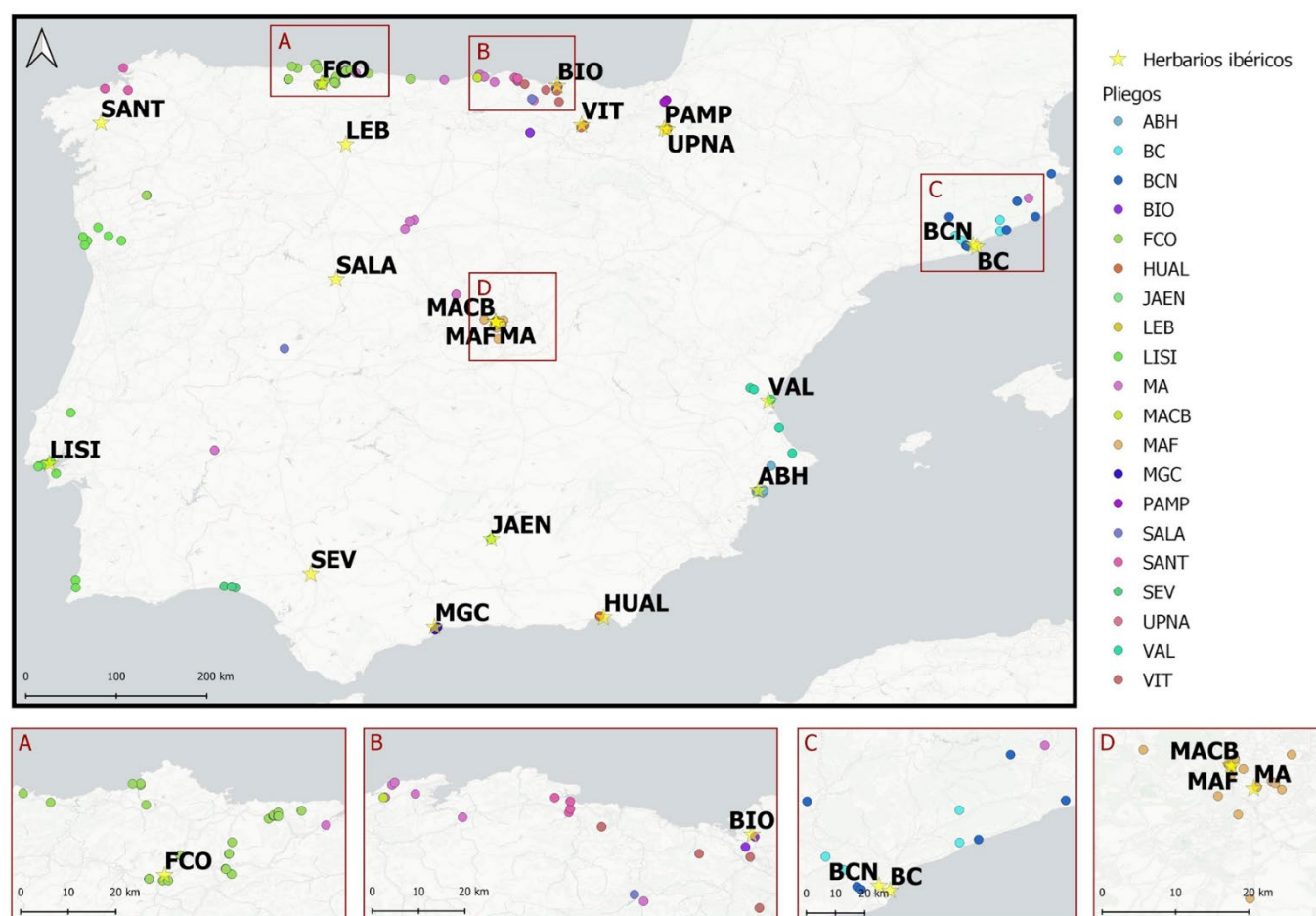
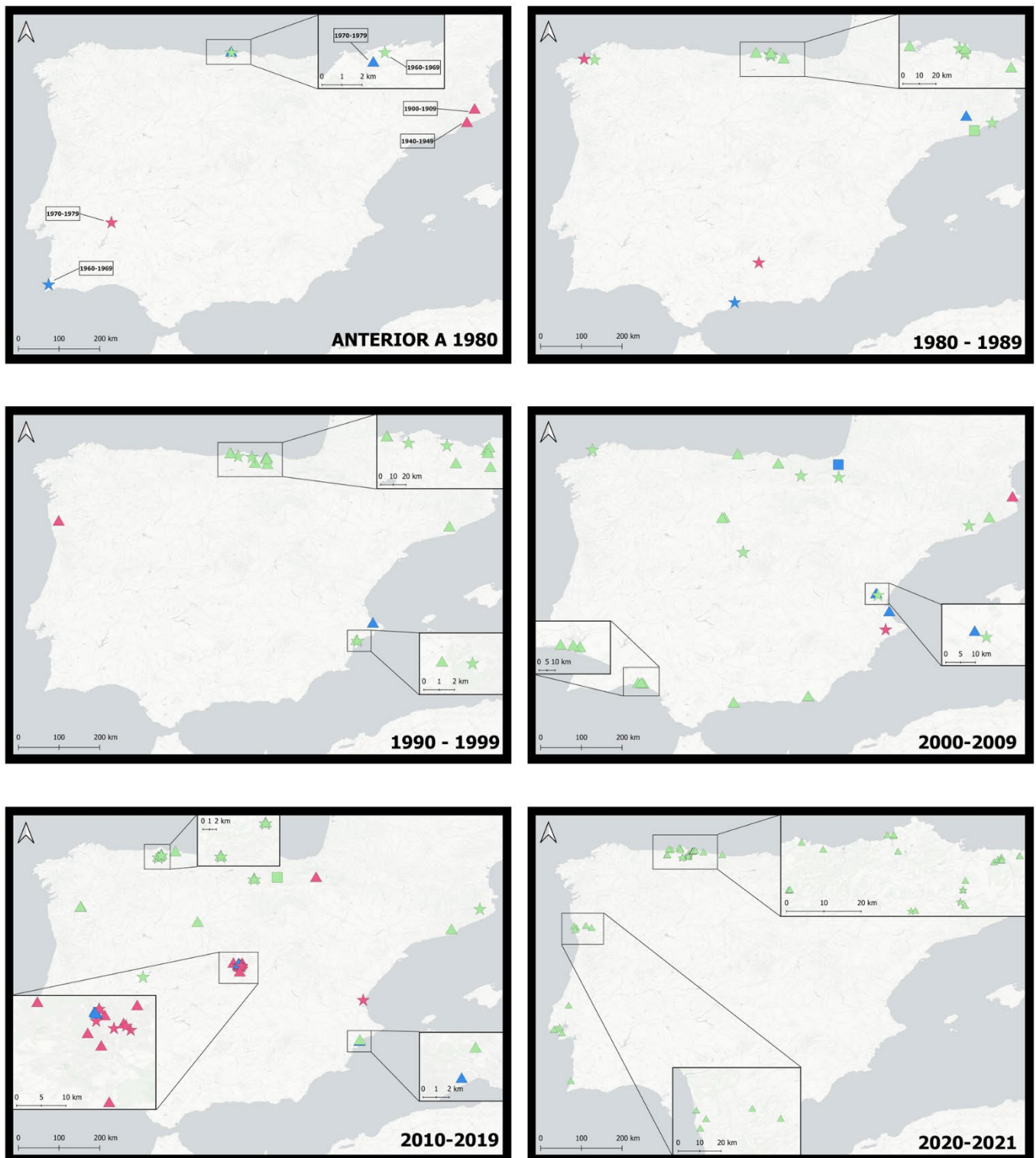


Figura 1. Localización de los pliegos de *Cortaderia selloana* y su herbario de procedencia. Se observa cómo, de forma general, los pliegos se agrupan en torno a su herbario de origen. (A) Los pliegos del herbario FCO (verde) se agrupan en torno al herbario, a lo largo de Asturias. (B) Pliegos del herbario MA (rosa), BIO (morado) y VIT (marrón) distribuidos por el norte peninsular. (C) Pliegos del herbario MA (rosa), BCN (azul oscuro) y BC (celeste) distribuidos por Cataluña. (D) Pliegos del herbario MAF (naranja) distribuidos por el centro peninsular.

Figure 1. *Cortaderia selloana* herbarium data locations and their herbarium of origin. It can be appreciated how, mostly, herbarium data are collected close to the herbarium of origin. (A) FCO herbarium data (green) grouped around the herbarium, located in Asturias. (B) MA, BIO and VIT herbarium data (pink, purple, brown) located along the north of the Iberian Peninsula. (C) MA, BCN and BC herbarium data (pink, dark blue, light blue) located along the north-east of the Iberian Peninsula in Catalonia. (D) MAF herbarium data (orange) located in the centre of the Iberian Peninsula.



Origen, Sexo

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| ▲ Cultivada, Femenino | ▲ Naturalizada, Femenino | ▲ Indeterminado, Femenino |
| ★ Cultivada, Hermafrodita | ★ Naturalizada, Hermafrodita | ★ Indeterminado, Hermafrodita |
| ■ Cultivada, Vegetativa | ■ Naturalizada, Vegetativa | ■ Indeterminado, Vegetativa |

Figura 2. Distribución por década de los pliegos de *Cortaderia selloana* según el carácter invasor [cultivado (rosa), naturalizado (verde) o indeterminado (azul)] y el sexo [femenino (triángulo), hermafrodita (estrella) o indeterminado (cuadrado)].

Figure 2. Distribution of *Cortaderia selloana* herbarium sheets per decade according to their invasiveness [cultivated (pink), naturalised (green) or indeterminate (blue)] and sex [female (triangle), hermaphrodite (star) or indeterminate (square)].

Tabla 2. Herbarios consultados en este estudio.**Table 2.** Consulted herbaria on this study.

Acrónimo	Entidad responsable	Localización	Pliegos consultados y (analizados)	Observaciones
ABH	Instituto de Biodiversidad	Alicante	6 (5)	Un ejemplar identificado como <i>Tripidium ravennae</i>
AH	Universidad de Alcalá	Alcalá de Henares (Madrid)	1 (0)	Pliego procedente de las Islas Canarias
BC	Instituto Botánico de Barcelona	Barcelona	4	
BCN	Universidad de Barcelona	Barcelona	9 (8)	Un ejemplar vegetativo no identificado
BIO	Universidad de País Vasco	Bilbao	4 (7)	Un pliego con cuatro ejemplares
FCO	Universidad de Oviedo	Oviedo	48	33 pliegos fueron donados al SANT
HUAL	Universidad de Almería	Almería	5 (2)	Un ejemplar identificado como <i>T. ravennae</i> ; dos ejemplares identificados como <i>Cenchrus setaceus</i>
JAEN	Universidad de Jaén	Jaén	1	
LEB	Universidad de León	León	1	
LISI	Instituto Superior de Agronomía	Lisboa	16	
MA	Real Jardín Botánico de Madrid	Madrid	16	
MACB	Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid	Madrid	1	
MAF	Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid	Madrid	17	
MGC	Universidad de Málaga	Málaga	2	
PAMP	Universidad de Navarra	Pamplona	2	
SALA	Universidad de Salamanca	Salamanca	2	
SANT	Universidad de Santiago de Compostela	Santiago de Compostela	6 (7)	Un pliego con dos ejemplares
SEV	Universidad de Sevilla	Sevilla	4 (3)	Un pliego procedente de Brasil
UPNA	Universidad Pública de Navarra	Pamplona	2	
VAL	Jardín Botánico de la Universidad de Valencia	Valencia	6 (5)	Un pliego procedente de Brasil
VIT	Museo de Ciencias Naturales de Álava	Vitoria-Gasteiz	6	

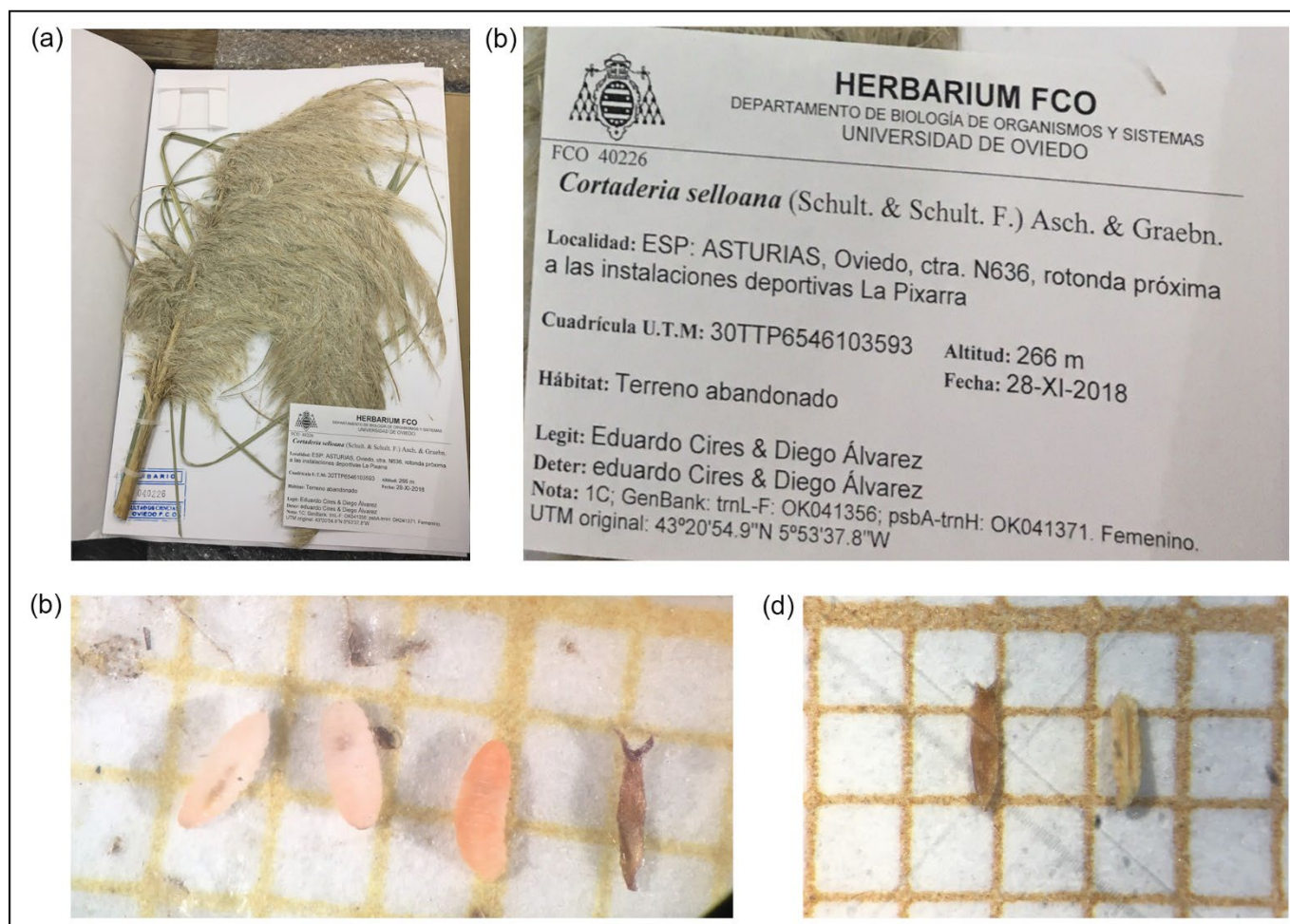


Figura 3. Ejemplo de las distintas imágenes tomadas de los ejemplares recibidos en el herbario SANT para la realización del estudio. Se tomaron dos fotografías de cada pliego: una visión general del individuo del pliego (a) y otra en detalle de la etiqueta del pliego (b). En caso de presencia de *Spanolepis selloanae* también se tomaron fotografías de las larvas (c) [en la imagen se pueden observar la similitud en tamaño entre tres larvas de *S. selloanae* (izquierda) en comparación con una carióspside de *C. selloana* (derecha)]. En algunos casos no se pudo confirmar la presencia de *S. selloanae* en las a partir de los pliegos de herbario debido al deterioro de las muestras (d) [en la imagen se puede observar una carióspside de *C. selloana* (izquierda) junto a una muestra indeterminada (derecha)].

Figure 3. Example of the variety of images taken of the herbaria specimen received at SANT herbarium for the present study. Two pictures were taken of each specimen: a general overview of the herbarium material received (a) and a closeup of the information associated with said specimen (b). In relation to the presence of *Spanolepis selloanae*, pictures of the larvae were also taken (c) [here depicted the similarities in size between *S. selloanae* larvae (left) and *C. selloana* caryopsis (right)]. In some cases, the presence of *S. selloanae* could not be confirmed due to sample decay (d) [here depicted *C. selloana* caryopsis (left) opposed to an undetermined sample (right)].

Discusión

En este trabajo se ha demostrado la utilidad de los pliegos de herbario, revisados físicamente mediante el procedimiento de solicitud y préstamo entre herbarios, para describir diferentes aspectos de la invasión de *C. selloana* en la península ibérica. Esta especie exótica invasora tiene una dinámica de expansión elevada y se han señalado los múltiples riesgos que conlleva la colonización de nuevas áreas (Álvarez Arbesú y González Rodríguez 2023; Cires et al. 2022). La representatividad de la información obtenida de los pliegos es escasa, considerando la amplia distribución geográfica y la escala temporal de la invasión. Se han estudiado 155 pliegos, en su mayoría distribuidos en el entorno de los herbarios de referencia (Fig. 2), con áreas extensas invadidas por la especie apenas representadas teniendo en cuenta la distribución actual de la especie en la península ibérica (Roldão Almeida et al. 2020; Lázaro-Lobo et al. 2024b). También hay periodos clave en la dinámica temporal de la invasión sin apenas representación como los 37 pliegos anteriores al 2000, un periodo en que se produjo la mayor expansión de la especie (Sanz Elorza et al. 2004). Por ejemplo, en Galicia la especie es muy frecuente en las áreas costeras y también está presente en zonas del interior (Fagúndez y Barrada 2007). Mediante el uso de imágenes geolocalizadas de acceso libre y observaciones de campo, se estableció la presencia de la especie en 59 polígonos industriales de Galicia, con una tasa de colonización de 1,86 nuevos polígonos al año (Pardo-Primoy y Fagúndez 2019). Sin embargo, sólo se recibieron cinco pliegos de poblaciones naturalizadas de *C. selloana* recolectados en la comunidad gallega. En parte, esto se explica porque las colecciones de organismos como los herbarios tienden a la sobrerrepresentación de las especies raras, endémicas y amenazadas, mientras que especies comunes o introducidas se encuentran infrarrepresentadas (James et al. 2018).

La relevancia de los herbarios como fuente de información sobre la distribución de las especies ha variado históricamente. La digitalización ha facilitado el intercambio de la información contenida en los herbarios, tanto en forma de bases de datos como de imágenes de los pliegos (James et al. 2018; Borges et al. 2020). Sin embargo, nuevas herramientas de ciencia ciudadana han surgido como alternativa para la toma de datos de presencia y geolocalización de especies, especialmente para las especies invasoras que pueden variar su área de expansión en un corto espacio de tiempo. Por ejemplo, la plataforma iNaturalist (Matheson 2014) muestra 3899 registros de *C. selloana* en la península ibérica (a 15 de marzo de 2025), obtenidas por 1189 observadores y confirmadas por 457 identificadores. Los registros se incluyeron a partir de septiembre de 2014, aunque la plataforma admite fechas de observación anteriores al registro. Este tipo de sistemas permite establecer la distribución actual de forma rápida y accesible y se ha demostrado su utilidad para la vigilancia y alerta temprana de especies invasoras (César de Sá et al. 2019), involucrando al público interesado y aumentando su implicación en la problemática de las invasiones biológicas (Cordeiro et al. 2020). Al contrario de lo que ocurre con el material de herbario, los registros de plantas invasoras tienden a registrarse más que las nativas en las plataformas de ciencia ciudadana (Dimson et al. 2023).

En este estudio se demuestra que los herbarios tienen otras prestaciones que demuestran su utilidad frente a fuentes de datos alternativas. Por ejemplo, la identidad taxonómica de diferentes especies próximas requiere un análisis de detalle sobre pliego de herbario, frente a fotografías, observaciones u otras fuentes indirectas como aplicaciones para la identificación que pueden dar lugar a confusión (White et al. 2023). En el caso de *C. selloana*, la identificación frente a la especie próxima *C. jubata* (Lemoine) Stapf, considerado en una propuesta alternativa como subespecie de *C. selloana*, requiere la evaluación de un conjunto de caracteres de diagnóstico (Testoni y Villamil 2014). Este estudio permitió descartar la presencia de *C. jubata* entre las muestras recolectadas, y confirma que no hay evidencia de la presencia de esta especie en la península ibérica. Esta segunda subespecie se caracteriza por su reproducción apomítica, y aunque no existen citas confirmadas de la especie naturalizada en Europa, su presencia en otros lugares como California, en Estados Unidos, demuestra su capacidad invasora y el riesgo que supondría su introducción en Europa (Stanton y DiTomaso 2004; Okada et al. 2009).

En la distribución de las diferentes variables de sexo, fenología y origen de los pliegos estudiados, se observaron diferentes variaciones y combinaciones de los estados de las plantas. La frecuencia de los pliegos hermafroditas provenientes de cultivo fue mayor de lo esperado, al contrario de los femeninos. Este resultado no se corresponde con la afirmación de que las plantas cultivadas como ornamentales son principalmente femeninas, por la mayor espectacularidad de sus inflorescencias (Roldão Almeida et al. 2023), aunque el número de pliegos es bajo y no permite extraer conclusiones generales. Otras asociaciones observadas, como la relación entre fenología y sexo, puede ser el resultado de un sesgo en la recolección del material, algo frecuente en un muestreo no sistemático como el que ha dado origen a la mayor parte de las colecciones botánicas (Meyer et al. 2016). Los resultados podrían indicar que las plantas femeninas se recogen más en la dispersión, cuando las inflorescencias están abiertas y son más visibles, pero las masculinas se recogen en estadio temprano porque al madurar pierden volumen y son menos vistosas.

El análisis de los pliegos también permite realizar prospecciones de patógenos, parásitos, y otra fauna asociada que pueda dejar algún rastro en las plantas. El análisis confirmó la ausencia de *S. selloanae* en todos los pliegos anteriores a 2018 en plantas de cualquier sexo o estado de maduración, lo que permite establecer la llegada reciente del díptero a la península ibérica, un aspecto que únicamente puede demostrarse con la observación de detalle de las inflorescencias. Nuestros resultados también confirman la alta frecuencia y prevalencia del díptero que se ha descrito para Galicia (Fagúndez et al. 2021), Asturias (Lázaro-Lobo et al. 2024a) y el norte de Portugal (Roldão Almeida et al. 2023). Este resultado es coherente con un posible evento de introducción y rápida colonización gracias a la continuidad de las poblaciones de *C. selloana* ligadas a grandes vías de comunicación.

Conclusiones

Los pliegos de herbario tienen un gran potencial para el estudio de las especies exóticas invasoras en aspectos como la caracterización genética o la presencia de enemigos naturales asociados. Sin embargo, la planta invasora *C. selloana* está infrarrepresentada en los herbarios de la península ibérica, teniendo en cuenta su distribución espacial y temporal, y es posible que esta situación sea similar en otras plantas invasoras. Por el contrario, la recogida de datos por medio de plataformas de ciencia ciudadana como iNaturalist y otros medios de imágenes remotas pueden aportar un gran volumen de datos y ser muy útiles en la alerta temprana de las invasiones. Frente a esto, la recolección de material de especies exóticas y su preparación e inclusión en los herbarios públicos es una actividad que proporciona información complementaria insustituible. Proponemos el desarrollo de planes específicos debidamente financiados con botánicos profesionales, para la realización de prospecciones periódicas y recolecciones sistemáticas de especies introducidas, naturalizadas e invasoras. El material debe ser representativo de las diferentes etapas de desarrollo y otros factores como el sexo en el caso de plantas dioicas, y recoger la información precisa respecto al grado de naturalidad de la población. Esta valiosa fuente de información es clave para garantizar la identidad taxonómica, caracterizar las dinámicas de invasión y otros aspectos como potenciales estudios genéticos o la búsqueda de enemigos naturales que puedan servir en el futuro como agentes de control biológico.

Contribución de los autores

Teresa Moreno realizó el trabajo experimental. **Jaime Fagúndez** diseñó y dirigió el trabajo, y ambos autores contribuyeron a la elaboración del artículo.

Disponibilidad de datos y código

Los datos son públicos. La información de los pliegos puede accederse a través de gbif España y repositorios propios.

Financiación, permisos requeridos, potenciales conflictos de interés y agradecimientos

Los autores/as declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Los autores quieren agradecer a los técnicos y responsables de los herbarios contactados por su buena disposición y ayuda. En concreto, agradecemos a M.B. Crespo Villalba (ABH), F.J. Rejos (AH), N. Ibáñez (BC), J. Vicens Fandos (BCN), I. García Mijangos (BIO), E. Cires (FCO), C. Salazar Mendías (JAEN), E. Giménez Luque (HUAL), E. Alfaro Saiz (LEB), P.M.R. Arsénio (LISI), L. Medina (MA), F.J. Cabezas (MACB), J. Pizarro (MAF), J. García Sánchez (MGC), M. Imas Lecumberri (PAMP), J. Hernández García (SALA), D.G. San León (SANT), F.J. Salgueiro González (SEV), J. Peralta de Andrés (UPNA), J. Riera Vicent (VAL) y P. Heras (VIT). Sirva este artículo como un homenaje a los botánicos y técnicos y las instituciones que han mantenido la actividad de los herbarios ibéricos a pesar de las dificultades estructurales que deben afrontar.

Referencias

- Aikio, S., Duncan, R.P., Hulme, P.E. 2012. The vulnerability of habitats to plant invasion: disentangling the roles of propagule pressure, time and sampling effort. *Global Ecology and Biogeography* 21: 778–786. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00711.x>
- Álvarez Arbesú, R.L., González Rodríguez, G. 2023. Viabilidad de la semilla de *Cortaderia selloana* en el Principado de Asturias. *Naturalia Cantabrigiae* 11: 1-9.
- Astegiano, M.E., Anton, A.M., Connor, H.E. 1995. Sinopsis del género *Cortaderia* (Poaceae) en Argentina. *Darwiniana*: 43-51.
- Borges, L.M., Reis, V.C., Izbicki, R. 2020. Schrödinger's phenotypes: Herbarium specimens show two-dimensional images are both good and (not so) bad sources of morphological data. *Methods in Ecology and Evolution* 11(10): 1296-1308. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.13450>
- César de Sá, N., Marchante, H., Marchante, E., Cabral, J.A., Honrado, J.P., 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(6): 2127-2141. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-01962-6>
- Cires, E., Rafael, D.A., González-Toral, C., Cuesta, C. 2022. A preliminary assessment of the genetic structure of the invasive plant *Cortaderia selloana* (Poaceae) in the Iberian Peninsula. *Biología*, 77(1): 55-60. <https://doi.org/10.1007/s11756-021-00922-7>
- Connor, H. E. 1973. Breeding systems in *Cortaderia* (Gramineae). *Evolution* 27: 663–678. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1973.tb00714.x>
- Cordeiro, B., Marchante, H., Castro, P., Marchante, E. 2020. Does public awareness about invasive plants pays off? An analysis of knowledge and perceptions of environmentally aware citizens in Portugal. *Biological Invasions* 22(7): 2267-2281. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02247-z>
- Crisci, J.V., Katinas, L., Apodaca, M.J., Hoch, P.C. 2020. The end of botany. *Trends in Plant Science*, 25(12), 1173-1176. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.09.012>
- Delnatte, C. 2015. Sobre la utilidad de los herbarios. *Boletín de la AHIM* 17: 19-22.
- Dimson, M., Berio Fortini, L., Tingley, M.W., Gillespie, T.W. 2023. Citizen science can complement professional invasive plant surveys and improve estimates of suitable habitat. *Diversity and Distributions* 29(9): 1141-1156. <https://doi.org/10.1111/ddi.13749>
- Dodd, A.J., McCarthy, M.A., Ainsworth, N., Burgman, M.A. 2016. Identifying hotspots of alien plant naturalisation in Australia: approaches and predictions. *Biological Invasions* 18: 631–645. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-1035-8>
- Domingues, J., Freitas, H. 2002. Acerca de algunas plantas vasculares invasoras en Portugal continental. *Studia botanica* 21: 27-35.
- Exposito-Alonso, M., Becker, C., Schuenemann, V.J., Reiter, E., Setzer, C., Slovak, R., Brachi, B., et al. 2018. The rate and potential relevance of new mutations in a colonizing plant lineage. *PLoS Genetics* 14: e1007155. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1007155>
- Fagúndez, J., Barrada, M. 2007. *Plantas invasoras de Galicia. Biología, distribución e métodos de control*. Xunta de Galicia.
- Fagúndez, J., Lema, M. 2019. A competition experiment of an invasive alien grass and two native species: are functionally similar species better competitors? *Biological Invasions* 21(12): 3619-3631. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02073-y>
- Fagúndez, J., Gagné, R.J., Vila, M. 2021. A new gall midge species (Diptera, Cecidomyiidae) as a potential candidate for biological control of the invasive plant *Cortaderia selloana* (Poaceae). *Phytoparasitica* 49: 229–241. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00844-1>
- Funk, V. 2003. The importance of herbaria. *Plant Science Bulletin* 49(3): 94-95.
- González, E. 1988. *Flora alóctona gallega*. Universidade de Santiago de Compostela, España.
- Greve, M., Lykke, A.M., Fagg, C.W., Gereau, R.E., Lewis, G.P., Marchant, R., Marshall, A.R., et al. 2016. Realising the potential of herbarium records for conservation biology. *South African Journal of Botany*, 105: 317-323. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2016.03.017>
- Hardion, L., Verlaque, R., Saltonstall, K., Leriche, A., Vila, B. 2014. Origin of the invasive *Arundo donax* (Poaceae): a trans-Asian expedition in herbaria. *Annals of Botany*, 114: 455-462. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu143>
- Harradine, A.R. 1991. The impact of pampas grasses as weeds in southern Australia. *Plant Protection Quarterly* 6(3): 111-115. <https://caws.org.nz/PPQ567/PPQ%2006-3%20pp111-115%20Harradine.pdf>
- Herrera, M., Campos, J.A. 2006. *El carrizo de la Pampa (Cortaderia selloana) en Bizkaia. Guía práctica para su control*. Instituto de Estudios Territoriales de Bizkaia y Diputación Foral de Bizkaia, España.
- James, S.A., Soltis, P.S., Belbin, L., Chapman, A.D., Nelson, G., Paul, D.L., Collins, M. 2018. Herbarium data: Global biodiversity and societal botanical needs for novel research. *Applications in plant sciences* 6(2): e1024. <https://doi.org/10.1002/aps.3.1024>
- Knowles, B., Ecroyd, C. 1985. Species of *Cortaderia* (pampas grasses and toetoe) in New Zealand. *Forest Research Bulletin*, 105 <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22061.95209>
- Lambrinos, J.G. 2001. The expansion history of a sexual and asexual species of *Cortaderia* in California, USA. *Journal of Ecology* 89: 88–98. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2001.00524.x>

- Lang, P.L.M., Willems, F.M., Scheepens, J.F., Burbano, H.A., Bossdorf, O. 2019. Using herbaria to study global environmental change. *New Phytologist*, 221: 110-122. <https://doi.org/10.1111/nph.15401>
- Lázaro-Lobo, A., Alonso-Zaldívar, H., Sagrera, S.J.M., del Alba, C.E., Fernández-Pascual, E., González-García, V., Jiménez-Alfaro, B. 2024a. Regeneration niche of *Cortaderia selloana* in an invaded region: Flower predation, environmental stress, and transgenerational effects. *Plant Stress*, 12: 100483. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100483>
- Lázaro-Lobo, A., Andrade, B.O., Canavan, K., Ervin, G.N., Essl, F., Fernández-Pascual, E., Follak, S., et al. 2024b. Monographs on invasive plants in Europe N° 8: *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult. f.) Asch. & Graebn. *Botany Letters*, 171(4): 383-407. <https://doi.org/10.1080/23818107.2024.2367591>
- Lees, D. C., Lack, H. W., Rougerie, R., Hernandez-Lopez, A., Raus, T., Avtzis, N. D., Lopez-Vaamonde, C. 2011. Tracking origins of invasive herbivores through herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leaf miner. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9(6): 322-328. <https://doi.org/10.1890/100098>
- Magana, N., Richardson, D.M., Le Roux, J.J., Kritzing-Klopper, S., Wilson, J.R.U. 2018. Even well-studied groups of alien species might be poorly inventoried: Australian *Acacia* species in South Africa as a case study. *NeoBiota* 39: 1. <https://doi.org/10.3897/neobiota.39.23135>
- Matheson, C.A. 2014. "iNaturalist". *Reference Reviews* 28 (8): 36-38. <https://doi.org/10.1108/RR-07-2014-0203>
- Meineke, E.K., Davies, T.J. 2018. Museum specimens provide novel insights into changing plant-herbivore interactions. *Philosophical Transactions R. Soc. B* 374: 20170393. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0393>
- Meyer, C., Weigelt, P., Kreft, H. 2016. Multidimensional biases, gaps and uncertainties in global plant occurrence information. *Ecology letters*, 19(8): 992-1006. <https://doi.org/10.1111/ele.12624>
- Okada, M., Lyle, M., Jasieniuk, M. 2009. Inferring the introduction history of the invasive apomictic grass *Cortaderia jubata* using microsatellite markers. *Diversity and Distributions* 15(1): 148-157. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00530.x>
- Pardo-Primoy, D., Fagúndez, J. 2019. Assessment of the distribution and recent spread of the invasive grass *Cortaderia selloana* in Industrial Sites in Galicia, NW Spain. *Flora*, 259: 151465. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151465>
- Paton, A., Antonelli, A., Carine, M., Forzza, R. C., Davies, N., Demissew, S., Dickie, J. 2020. Plant and fungal collections: Current status, future perspectives. *Plants, People, Planet*, 2(5): 499-514. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10141>
- Roldão Almeida, M., García, A., García, S., González, F., Herrero, A., Marchante, H., Nepomuceno, H., et al. 2020. *Estrategia Transnacional de lucha contra Cortaderia selloana en el Arco Atlántico en el marco del proyecto LIFE STOP Cortaderia*. Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de Cantabria, España. https://lifecoopcortaderia.org/wp-content/uploads/2024/10/ES_Estrategia-Transnacional_STOP-Cortaderia.pdf
- Roldão Almeida, M., Marchante, E., Marchante, H. 2023. Public perceptions about the invasive pampas grass, *Cortaderia selloana*: a case study of environmentally conscious citizens in Southern Europe. *Biological Invasions*, 25(6): 2043-2056. <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03025-3>
- Sanz Elorza, M., Dana, E., Sobrino, E. 2004. *Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España*. Dirección General para la Biodiversidad, España. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet_flora_vasc_aloect_invas.html
- Stanton, A.E., DiTomaso, J.M. 2004. Growth response of *Cortaderia selloana* and *Cortaderia jubata* (Poaceae) seedlings to temperature, light, and water. *Madrono*: 312-321.
- Tarabon, S., Bertrand, R., Lavoie, C., Vigouroux, T., Isselin-Nondedeu, F. 2018. The effects of climate warming and urbanised areas on the future distribution of *Cortaderia selloana*, pampas grass, in France. *Weed Research* 58: 413-423. <https://doi.org/10.1111/wre.12330>
- Testoni, D., Villamil, C.B. 2014. Estudios en el género *Cortaderia* (Poaceae): I. Sistemática y nomenclatura de la sect. *Cortaderia*. *Darwiniana, nueva serie* 2(2): 260-276. <https://doi.org/10.14522/darwiniana/2014.22.591>
- Vilà, M., Espinar, J.L., Hejda, M., Hulme, P.E., Jarosik, V., Maron, J.L., Pergl, J., et al. 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>
- Warnes, G.R., Bolker, B., Lumley, T., Johnson, R.C., Jain, N., Schwartz, M., Rogers, J. 2024. *gmodels: Various R Programming Tools for Model Fitting*. R package version 2.19.1. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=gmodels>
- White, E., Soltis, P.S., Soltis, D.E., Guralnick, R. 2023. Quantifying error in occurrence data: Comparing the data quality of iNaturalist and digitized herbarium specimen data in flowering plant families of the southeastern United States. *PLoS One* 18(12): e0295298. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295298>