

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

FARMAZIA  
FAKULTATEA  
FACULTAD  
DE FARMACIA

# ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE PLANTAS VASCULARES EN EL HERBARIO BIO Y ESTUDIO DE LA FAMILIA *GENTIANACEAE*

AUTORA: GARAZI MARTÍNEZ LÓPEZ  
TUTORA: DRA. ITZIAR GARCÍA MIJANGOS  
TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES  
CURSO: 2020/2021

## *Agradecimientos*

Primero de todo me gustaría dar las gracias a los miembros del Departamento de Biología Vegetal y Ecología del grupo de investigación de Flora y Vegetación por acogerme. A mi tutora, Itziar, por ayudarme y aconsejarme en todo lo posible con respecto al desarrollo de este trabajo y hacer que quedara lo más perfecto posible; a Juanan, por llevarme de excursión para ver plantas y sacarme del zulo durante los últimos días, gracias a ello pude despejarme y descubrir como plasmar todos los resultados, algo que creía imposible por momentos; a Isabel, por los buenos consejos e ideas para las gráficas.

Por los cafés a media mañana, a todos.

Gracias a mi amiga Itzi, porque pese a tú ser de animales y yo de plantas, estábamos en la misma situación. Esos ratos mostrándonos los avances mutuos para opinión, ayuda cuando estaba bloqueada o llamar a la calma cuando me agobiaba no tienen precio. Nos debemos unas buenas cervezas. ¡¡Al fin hemos terminado!!

Gracias Ama, gracias Aita, por la confianza y los ánimos, por interesaros, por obligarme a parar cuando entraba en barrena. A Leo, por aguantar mis achuchones y besos cuando lo necesitaba y pasarse horas en mi regazo mientras redactaba, quien diga que los gatos son ariscos e independientes, miente.

Por último, pero no por ello menos importante, a ti Eze, por entender que estaba estresada, el cansancio y la falta de tiempo para hablar, por aguantar el monotema de las plantas y todas mis quejas. Por sacarme del bucle y ayudar a despejarme con DbD y FFDOO o pensando en el futuro juntos. Por aceptar encantado leer todos los borradores de este trabajo sin saber nada sobre plantas. Por estar, aconsejarme, motivarme y ayudarme siempre, gracias de corazón.

Siempre seré tu Señora de las Plantas, te amo.

*...La Naturaleza no está nunca del lado de la mera supervivencia; se mueve sin descanso para crear novedad y complejidad; proporciona el suficiente orden como para que podamos calcular las probabilidades y la suficiente desviación como para no poder predecir nunca el futuro con certeza. Hay algo salvaje y anárquico en el corazón de la creación... (Kenn, S., 1983)*

## ÍNDICE

Resumen

Abstract

|   |    |
|---|----|
| 1. Introducción .....                                       | 1  |
| 2. Herbario BIO .....                                       | 3  |
| 2.1. Antecedentes y situación actual .....                  | 3  |
| 2.2. Procesos de conservación de plantas .....              | 3  |
| 2.3. Familia <i>Gentianaceae</i> .....                      | 4  |
| 3. Objetivos .....  | 7  |
| 4. Metodología .....  | 7  |
| 4.1. Parámetros analizados .....                            | 7  |
| 4.2. Proceso de informatización y corrección de datos ..... | 8  |
| 4.3. Estudio de la Familia <i>Gentianaceae</i> .....        | 10 |
| 5. Resultados y Discusión .....                             | 10 |
| 5.1. Diversidad taxonómica del Herbario BIO .....           | 10 |
| 5.2. Análisis de las 10 familias más representadas .....    | 13 |
| 5.3. Distribución geográfica y temporal .....               | 16 |
| 5.4. Familia <i>Gentianaceae</i> .....                      | 18 |
| 5.4.1. Diversidad taxonómica .....                          | 18 |
| 5.4.2. Distribución geográfica y temporal .....             | 19 |
| 6. Conclusiones .....                                       | 22 |
| 7. Referencias .....  | 23 |

## Resumen

Las colecciones de los herbarios son un gran recurso para la investigación botánica y de biodiversidad, ya que sirven como referencia para el conocimiento de la variabilidad, fenología, distribución y hábitat de las especies. A raíz del presente trabajo se han contabilizado un total de 40269 ejemplares que engloban: 182 familias, 1211 géneros y 5981 especies. Se da una clara predominancia de la familia *Asteraceae* en cuanto a géneros, especies y ejemplares. Respecto a géneros, los que más abundantes son *Festuca* y *Carex*, pero los más diversos en cuanto a especies son *Hieracium* y *Centaurea*. Finalmente, la especie más abundante es *Festuca gr. rubra*. Geográficamente el 92% de los ejemplares provienen de España. Además, el 75% han sido recogidas por miembros del departamento y doctorandos. El periodo más fructífero fue de 1997 a 2000. En lo que a la familia *Gentianaceae* Juss. se refiere, el Herbario BIO posee un total de 11 géneros, 53 especies y 534 ejemplares. De donde más se posee es de España con 427 ejemplares y provincialmente País Vasco es la que más ejemplares aporta y Burgos la que más géneros. Respecto a la distribución temporal la época de mayor recogida también fue durante 1997 a 2000. Como conclusión final, y en base a los resultados obtenidos, a pesar de la existencia de una clara predominancia de ciertas familias, géneros y especies, en proporción, el resto de las presentes equilibran dicha predominancia dotando por tanto de una gran diversidad al Herbario BIO.

**Palabras clave:** Herbario, BIO, *Asteraceae*, *Gentianaceae*, diversidad taxonómica, distribución geográfica.

## Abstract

Herbarium collections are a great resource for botanical and biodiversity research, since they serve as a reference for the knowledge of the variability, phenology, distribution and habitat of the species. As a result of the present work, a total of 40269 specimens have been counted that include: 182 families, 1211 genera and 5981 species. There is a clear predominance of the *Asteraceae* family in terms of genera, species and specimens. Regarding genera, the most abundant are *Festuca* and *Carex*, but the most diverse in terms of species are *Hieracium* and *Centaurea*. Finally, the most abundant species is *Festuca gr. rubra*. Geographically 92% of the specimens come from Spain. In addition, 75% have been collected by members of the department and doctoral students. The most fruitful period was from 1997 to 2000. As for the family *Gentianaceae* Juss. refers, the BIO Herbarium has a total of 11 genera, 53 species and 534 specimens. From where it is most possessed is Spain with 427 specimens and, provincially, the Basque Country is the one with the most specimens and Burgos the one with the most genera. Regarding the temporal distribution, the time of greatest collection was also during 1997 to 2000. As a final conclusion, and based on the results obtained, despite the existence of a clear predominance of certain families, genera and species, in proportion, the rest of those present balance this predominance, thus providing the BIO Herbarium with great diversity.

**Keywords:** Herbarium, BIO, *Asteraceae*, *Gentianaceae*, taxonomic diversity, geographical distribution.

## 1. Introducción

Por herbario se entiende tanto el conjunto de plantas secas para el estudio como el espacio que las alberga y los accesorios destinados a su conservación. En este último sentido, es una fitoteca o lugar que contiene plantas (Izco *et al.*, 2004). Las primeras colecciones botánicas se originaron en Europa durante los siglos XV y XVI, a consecuencia de las grandes expediciones realizadas durante el Renacimiento, ya que la recolección de plantas fue una moda creciente en el continente (Meredith, 1996). Actualmente, existen 3000 herbarios en todo el mundo, los cuales conservan casi 350 millones de ejemplares (Thiers, 2016) constituyendo un registro permanente y bien documentado de la distribución de diferentes plantas a lo largo del espacio y tiempo. Lo cual es importante ya que los estudios basados en herbarios necesitan un gran número de ejemplares recolectados en grandes extensiones espaciales y temporales (Woodson, 1947) para poder obtener resultados fiables. Por tanto, las colecciones existentes, sin importar cuán completa sea la representación de la diversidad histórica de especies, serán mucho más valiosas como herramientas de investigación si la recolección es una actividad continua en el tiempo (Mason *et al.*, 2019).

Aunque los herbarios continúan desempeñando funciones fundamentales en taxonomía, corología e identificación de especies, así como de comprobantes científicos (Funk *et al.*, 2005) y en la educación (Monfils *et al.*, 2017), se observa cada vez más otros nuevos como el estudio del cambio climático y la conservación de ecosistemas (Nualart *et al.*, 2017; Lang *et al.*, 2019).

Funk (2004a), reconoce un total de 72 posibles usos de las colecciones de herbario. Mason *et al.* (2019) además, argumenta que actualmente los ejemplares se consideran fuentes extensivas tanto a nivel temporal como espacial de datos genotípicos, fenotípicos y biogeográficos, utilizándose cada vez más para dilucidar maneras de administrar la biodiversidad futura ayudándonos a tomar decisiones en materia de restauración, administración y políticas medioambientales.

Los ejemplares de herbario se han utilizado para definir prioridades de conservación, siendo una prioridad las plantas con flores al considerarse organismos pivote en el seguimiento y medición de la diversidad global (Mutke & Barthlott, 2005), reconstruir invasiones biológicas permitiendo identificar sus áreas potenciales de ocupación (Delisle *et al.*, 2003) y por tanto centrarse en su control o para documentar la disminución de especies (Ibañez, 2006; Sántiz *et al.*, 2016 & Tang *et al.*, 2017). El uso del material de herbarios facilita identificar y predecir los hábitats más

adecuados para estas especies, determinar su grado de protección vinculado a redes de áreas protegidas, e incluso diseñar posibles reintroducciones.

Además, muchas extinciones de plantas están vinculadas a la pérdida de hábitats naturales (RGB Kew, 2016), de esta manera, los herbarios permiten ampliar el conocimiento sobre los cambios históricos en el uso de la tierra y dentro de una diversidad de hábitat. Por ejemplo, Aedo *et al.* (2015), actualizan el catálogo de especies extintas en España a partir de datos bibliográficos y materiales de herbario, concluyendo, para 27 especies catalogadas, que la pérdida de hábitat fue la principal causa de extinción, aunque también se mencionó el desplazamiento por una especie invasora en un caso y el sobrepastoreo en otros dos.

Estos nuevos usos han convertido a los herbarios en recursos muy importantes para documentar los cambios biológicos y ambientales en la era en desarrollo de la dominación humana de los sistemas terrestres (Lavoie, 2013). Incluso si el objetivo principal de los estudios de modelización no fuera la conservación como tal, sus resultados pueden ser muy informativos para la toma de decisiones, especialmente en cuestiones de gestión de la tierra (Guisan *et al.*, 2013).

Asimismo, existe la posibilidad de extraer ADN para estudios genéticos, que se conoce y se practica desde la década de 1990 (Taylor & Swann, 1994) a pesar de la degradación que sufre el ADN en las muestras de herbario. Ya sea por la lentitud en la desecación del ejemplar, los productos químicos utilizados para su conservación (Drábková, 2014) o por otros motivos. Gracias a la posibilidad de extraer el ADN de los pliegos, entre 1995 y 2010, se propusieron 687 nuevos taxones para la flora ibero-macaronésica (Benito, 2013). Aunque esta técnica no solo se usa con plantas nuevas, sino que según Bebbler *et al.* (2010), el 84% de las especies publicadas entre 1970 y 2010 en el Kew Bulletin ya habían sido recolectadas con anterioridad, pero catalogadas de manera “incorrecta”, demostrándose una vez más la importancia de los herbarios para la descripción de nuevos taxones.

Por tanto, en una era de datos abiertos y transparentes, la revisión, actualización, mantenimiento y digitalización de las muestras de herbario son necesarios, ya que las muestras son datos primarios (Schilthuizen *et al.*, 2015). Junto con ello, los avances metodológicos en estadística, informática y geografía han transformado la representación de distribuciones de especies de mapas de ocurrencia comparativamente gruesos a predicciones de idoneidad de nicho y biodiversidad (Soltis, 2017). La digitalización generalizada de muestras ha mejorado enormemente el uso de datos de herbario en la investigación científica y las publicaciones que

utilizan datos de herbario han aumentado exponencialmente durante el último siglo (Mason *et al.*, 2019).

Pese a todo lo dicho anteriormente, sigue existiendo la necesidad de publicar artículos y trabajos como este para enfatizar el valor de los herbarios que, debido a las reducciones de presupuesto y personal, en ciertas ocasiones han derivado en el cierre de colecciones particulares (Dalton, 2003 & Gropp, 2003) así como en la suspensión de programas de investigación de colecciones (Funk, 2014b).

## 2. Herbario BIO

### 2.1. Antecedentes y situación actual

El Herbario BIO fue fundado en 1981 y se encuentra en la facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, albergando más de 40000 ejemplares de plantas vasculares, incluyendo Pteridófitos, Gimnospermas y Angiospermas. También posee unas 2000 algas y 15000 hongos y líquenes. Referido al ámbito geográfico cubre principalmente el norte de la península centrándose en el País Vasco y territorios limítrofes. Además, es proveedor de datos de GBIF y está incluido en la AHIM (Asociación de Herbarios Ibero-Macaronésicos) que incluye los Herbarios de España y Portugal y organiza algunas actividades como excursiones botánicas anuales, talleres, intercambios y encuentros (Herbario BIO, 2021). Asimismo, forma parte del *Index Herbariorum* (NYBG, 2021), el cual es una guía fundamental para la ciencia y la conservación de la biodiversidad.

Respecto a la familia *Gentianaceae* Juss. el Herbario BIO posee una amplia variedad de géneros y especies principalmente gracias a la recolección y estudios efectuados por Gustavo Renobales, para la redacción de la parte correspondiente a la tribu *Gentianeae* Dumort. del volumen XI de Flora Iberica siendo el responsable de los capítulos: *Comastoma* (Wettst.) Toyok., *Gentiana* L., *Gentianella* Moench, *Gentianopsis* Ma y *Swertia* L. (Renobales, 2012a; 2012b; 2012c; 2012d; 2012e) usados como guía en este trabajo.

### 2.2. Procesos de conservación de plantas

Para la debida conservación de los ejemplares dentro del Herbario BIO una vez recolectados, se prensan y secan. Una vez secos, se colocan en una cartulina A3 y a continuación dentro de un pliego del mismo tamaño, con su correspondiente etiqueta indicando toda la información referente a la planta, en algunos casos manuscrita (sobre todo si se tratan de pliegos antiguos) y en otros impresa.

A la hora de dejar registro sobre los datos del ejemplar, se informatiza mediante el programa Herbar v6.3.1 (Pando *et al.*, 1996-2010), en donde se indica:

- Número de pliego dentro de la colección.
- Familia, género y especie del ejemplar, junto con la autoría.
- País, provincia, municipio y localidad o equivalente, junto a las coordenadas UTM y la altura.
- Hábitat en el cual se encontraba el ejemplar: tipo de suelo, orientación, topografía, especies acompañantes, etc.
- Fecha de recolección.
- Quien la recogió y quien la identificó, ya que pueden no ser las mismas personas.
- Si está en flor, fértil, infértil o posee fruto.

Seguidamente se imprime la etiqueta, se coloca en el pliego y se realiza una congelación de los ejemplares en una cámara frigorífica durante mínimo 48 horas a -20 o -30 °C, para evitar el desarrollo de cualquier posible hongo o huevos de insecto. A continuación, se almacena dentro del herbario. En el caso del Herbario BIO, se trata de una sala aislada con temperatura (7-8 °C) y humedad (50-60%) constantes.

La ordenación de los pliegos dentro del herbario sigue 2 criterios: alfabético y sistemático, para lo cual se sigue el acordado en Flora Europaea (Tutin *et al.*, 1964). Se ordenan alfabéticamente las familias y dentro de cada familia, los géneros y dentro de ellos las especies con el mismo criterio. Los pliegos ya montados se agrupan por especies y se reúnen bajo una camisa común de tamaño A2 que envuelven por completo los pliegos, indicando que especie contiene. Seguidamente se guardan en cajas de cartón rígido correspondiente al género y familia de la planta y finalmente se colocan en armarios compactos.

### 2.3. Familia *Gentianaceae*

La familia de las *Gentianaceae* Juss. incluye, árboles, matorrales y hierbas de zonas tropicales y templadas con diversos tipos de flores que varían en su coloración. Fue descrita por primera vez en 1789 por Antoine-Laurent de Jussieu. Se establece la existencia de 87 géneros y aproximadamente 1615-1688 especies que componen la familia. A pesar de ello, sus límites y número de géneros admitidos han sufrido importantes cambios en los últimos 50 años (Romero & Quintanar, 2012), pero se acepta actualmente como una familia natural de acuerdo a la clasificación completa mediante el uso de datos filogenéticos basados en datos moleculares y morfológicos publicada por Struwe & Albert (2002). Los cuales se han tomado como referencia para este estudio, aunque cabe mencionar que en algunos géneros ha habido cambios en su clasificación taxonómica, en los cuales se ha optado por usar el nombre aceptado según la base de datos de GBIF (2021).



En la Península Ibérica, esta familia se caracteriza por incluir hierbas anuales o perennes, rizomatosas o estoloníferas, inermes, glabras (salvo por la presencia de papilas o coléteres). Sus tallos poseen sección circular o tetragonal y en general son foliosos. Las hojas son simples, generalmente opuestas y decusadas, sin estípulas, de lámina entera con entre 1-5 nervios que nacen en la base. Flores hermafroditas, en general actinomorfas, tetrámeras o pentámeras, poseen un cáliz gamosépalo, en ocasiones con el tubo muy corto de forma cilíndrica y su corola es gamopétala campanulada o urceolada. Se establecen 6 tribus de las que solo *Gentianeae* Dumort. y *Chironieae* Dumort. incluyen géneros presentes en la Península Ibérica, los cuales se muestran en la Tabla 1 (Romero & Quintanar, 2012).

Posee una distribución cosmopolita (con excepción del continental Antártico) con una mayor diversidad de taxones en las regiones templadas y subtropicales y sobre las montañas tropicales. Crecen predominantemente en las zonas alpinas de regiones templadas de Asia, de Europa y del continente americano. Sin embargo, algunas especies se encuentran también en África norte-occidental, en Australia oriental y en Nueva Zelanda (Vidari & VitaFinzi, 2010).

En el caso de Europa, dentro de la tribu *Gentianeae* Dumort., el género *Gentiana* L., posee 29 especies, siendo un centro secundario de especiación, con algunas secciones propias (*Gentiana* y *Ciminalis*). En España concretamente están representadas 6 de las 15 secciones que se reconocen. La sección *Gentiana* y la sección *Ciminalis* poseen 5 especies y entre 4 y 7 respectivamente, ya que en el caso de esta última todavía se encuentra en discusión. De la sección *Calaminthianae* la mayoría son europeas, habiendo entre 8 y 12, en cambio en la sección *Chondrophyllae* solo 2 son europeas y en las secciones *Cruciatae* y *Pneumonanthe* solo 1 especie de cada es europea (Renobales, 2012b). Respecto al género *Gentianella* Moench, el género *Comastoma* (Wettst.) Toyok. y el género *Swertia* L. no se entrará en detalle ya que aún existe mucha discusión acerca de su situación taxonómica (Renobales, 2012a; 2012c; 2012e), a pesar de ello en España se poseen 2, 3 y 1 especies de cada género respectivamente. En el caso del género *Gentianopsis* Ma, se conocen 24 especies de las cuales 3 están presentes en Europa, pero sólo se conoce la presencia de 1 en España (Renobales, 2012d).

En cuanto a la tribu *Chironieae* Dumort. en el caso de Europa y España, el género *Centaurium* Hill. (Díaz Lifante, 2012b) comprende 2 secciones (*Centaurium* y *Xhantaea*) que poseen en total 15 especies distribuidas por las zonas templadas y con origen y diversificación en la región mediterránea, mostrando una diversificación importante en la Península Ibérica. Respecto al género *Schenkia* Griseb. (Díaz Lifante, 2012e), solo hay 2 especies presentes en la Península, más

concretamente en la cuenca mediterránea, a diferencia de los géneros *Exaculum* Caruel y *Cicendia* Adans. (Díaz Lifante, 2012c; 2012d), con 1 sola especie cada una que se encuentran distribuidas por prácticamente toda la Península Ibérica. Finalmente, el género *Blackstonia* Huds. (Díaz Lifante, 2012a) comprende 4 especies muy bien distribuidas por toda la región mediterránea y emparentado con el endemismo arbustivo canario *Ixanthus* Griseb.

**Tabla 1:** Taxonomía de los géneros y especies presentes en la Península Ibérica de la familia *Gentianaceae*. Se ha seguido la clasificación establecida por Flora Iberica (Romero & Quintanar, 2012).

|                           |                           |   |
|---------------------------|---------------------------|---|
| <i>Gentianaceae</i> Juss. | <i>Gentianeae</i> Dumort. | 1. <i>Gentiana</i> L.:<br>Sect. 1. <i>Gentiana</i> : 2 especies, 3 subespecies<br>Sect. 2. <i>Ciminalis</i> (Adans.) Dumort.: 4 especies, 2 subespecies<br>Sect. 3. <i>Calaminthianae</i> Froel.: 3 especies, 1 subespecie<br>Sect. 4. <i>Chondrophyllae</i> Bunge: 2 especies<br>Sect. 5. <i>Cruciatae</i> Gaudin: 1 especie<br>Sect. 6. <i>Pneumonanthe</i> Gaudin: 1 especie<br>Híbridos: 2 especies |
|                           |                           | 2. <i>Gentianella</i> Moench: 2 especies  |
|                           |                           | 3. <i>Comastoma</i> (Wettst.) Toyok.: 1 especie   |
|                           |                           | 4. <i>Gentianopsis</i> Ma: 1 especie, 1 subespecie  |
|                           |                           | 5. <i>Swertia</i> L.: 1 especie   |
|                           | <i>Chironieae</i> Dumort. | 6. <i>Centaurium</i> Hill.:<br>Sect. 1. <i>Centaurium</i> : 9 especies, 9 subespecies<br>Sect. 2. <i>Xhantaea</i> (Rchb.) Ronninger: 2 especies<br>Híbridos: 2  |
|                           |                           | 7. <i>Schenkia</i> Griseb.: 2 especies  |
|                           |                           | 8. <i>Exaculum</i> Caruel: 1 especie  |
|                           |                           | 9. <i>Cicendia</i> Adans.: 1 especie  |
|                           |                           | 10. <i>Blackstonia</i> Huds.: 4 especies, 4 subespecies   |

Una característica de esta familia son las propiedades farmacológicas que posee. Como por ejemplo el caso del género *Gentiana* L., concretamente la *Gentiana lutea* L. usada como tónico amargo en farmacias y la elaboración a nivel industrial de licores como el “bitter” o el “vermut” en la península habiendo grandes campos de cultivo para dicho fin en la Comunidad de Castilla y León (Romero & Quintanar, 2012). También existen registros del uso de *Centaurium erythraea* Rafn. en la zona de Andalucía desde el siglo XIII como remedio para dolores articulares, convulsiones o como cicatrizante y que siguen usándose en la medicina moderna (El Gharbaoui, 2017). En otras partes del mundo, el género *Swertia* L. se ha usado tradicionalmente para tratamientos antiinflamatorios, enfermedades hepáticas y biliares destacando la *Swertia chirayta* (Roxb.) H. Karst., planta medicinal hindú, de la zona templada del Himalaya, y también usada en la medicina occidental, con propiedades febrífugas, antihelmínticas, antidiarreicas, etc. (Joshi & Dhawan, 2005).

Añadido a la sobreexplotación para uso medicinal, debido a que muchas de estas plantas son realmente vistosas se han usado indiscriminadamente para decoración de jardines, provocando que estén amenazadas o en peligro de extinción en muchos casos. Por ello, muchas se encuentran bajo medidas de protección actualmente (Vidari & VitaFinzi, 2010). A nivel mundial

encontramos que dentro de esta familia hay: 8 especies en peligro crítico (CR), 34 en peligro (EN), 35 en vulnerable (VU) y 13 es posible riesgo (NT), además dentro de las 112 especies endémicas de las que se tiene registro, 7 están en CR, 32 en EN, 30 en VU y 9 en NT (UICN, 2021).

En el caso de España, las especies que aparecen dentro del Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España (Bañares *et al.*, 2010) son: *Centaurium somedanum* M. Laínz, (VU), *Gentiana angustifolia* subsp. *angustifolia* Vill. (EN), *Gentiana boryi* Boiss. (VU), *Gentiana pneumonanthe* subsp. *depressa* (Boiss.) Rivas Mart. & al. (= *G. pneumonanthe* subsp. *pneumonanthe* L.) (VU), *Gentiana sierrae* Briq. (VU), *Gentianella hispanica* López Udias & al. (= *G. amarella* (L.) Börner) (EN) e *Ixanthus viscosus* (Sm.) Griseb. (VU). En el caso del País Vasco, el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre y Marina (2011) solo menciona a *Gentiana lutea* subsp. *lutea* L. y *Gentianopsis ciliata* (L.) Ma en estado vulnerable.

### 3. Objetivos

La diversidad de plantas presentes en los herbarios queda muchas veces olvidada debido a la gran cantidad de datos acumulados y a la “invisibilidad” de las mismas al estar guardadas en cajas. Por ello, la importancia de la realización de este trabajo se basa principalmente en la puesta en valor del material del que se dispone, tanto para su estudio a nivel de posibles revisiones taxonómicas, como de trabajos de diversidad o por puro conocimiento.

Por tanto, los objetivos de este Trabajo de Fin de Grado son:

- Revisar, actualizar e interpretar los datos recogidos en el Herbario BIO mediante herramientas informáticas.
- Conocer la diversidad de familias, géneros y especies de plantas vasculares presentes en el Herbario BIO.
- Analizar la distribución geográfica y temporal de los ejemplares almacenados en el Herbario.
- Analizar la diversidad y distribución de las especies de la familia *Gentianaceae* del Herbario BIO.

### 4. Metodología

#### 4.1. Parámetros analizados

Las categorías en Botánica han ido cambiando a lo largo del tiempo, a partir de 1910 el Código Internacional de Nomenclatura Botánica reconoce 12 categorías taxonómicas fundamentales en la jerarquización de las plantas, siendo las principales: reino, división, clase, orden, familia, género y especie (Izco *et al.*, 2004). En este trabajo se han tratado las 3 últimas categorías

siguiendo la clasificación establecida por GBIF (2021) para una correcta ordenación dentro de cada parámetro.

Se decidió realizarlo de esta manera ya que durante los últimos años se han dado cambios sustanciales en cuanto a la adscripción y clasificación tanto a nivel de familias como de géneros. El concepto de especie estaba ligado a lo que se entiende por *especie morfológica*, pero con el avance del tiempo y de las teorías evolutivas de Wallace y Darwin, junto con las leyes de Mendel, este concepto quedó obsoleto, dando paso a lo llamado *especie biológica*, derivando en otro concepto, la *especie evolutiva* (Izco *et al.*, 2004). Pese a esto, en la práctica, se utilizan las características morfológicas para definir las especies, aunque presenta problemas metodológicos serios, ya que no hay un criterio unificado y pueden darse distintos resultados para un mismo grupo según quien realice el estudio (Izco *et al.*, 2004), de ahí la importancia de establecer qué clasificación se sigue ya que los resultados variarán en función de ello. Actualmente se reconocen como aceptadas: 397 familias, 8538 géneros y 371342 especies de plantas vasculares. Esto aumentaría a 1050 familias, 18629 géneros y 373879 especies si se toman en cuenta aquellas extintas o que están en revisión (COL, 2021).

Además, se ha estudiado la distribución geográfica y temporal de los ejemplares presentes en el Herbario BIO ya que la distribución de la flora y vegetación no solo está determinada por las condiciones actuales, sino que depende también de la historia. La adaptación y organización a nivel espacial y temporal determinan la actual distribución de los vegetales sobre la Tierra (Loidi *et al.*, 2011).

#### 4.2. Proceso de informatización y corrección de datos

Primero, se descargó toda la base de datos desde el programa Herbar v6.3.1 (Pando *et al.*, 1996-2010), se realizó un primer barrido de duplicados mediante la opción de eliminar duplicados de Excel y luego se revisó de manera manual todos los datos. En esta segunda revisión se eliminaron todas aquellas entradas que habían sido actualizadas debido a revisiones taxonómicas, dejándose las correctas y se realizaron ajustes de formato en la columna de fecha de recogida, entre otras.

Una vez realizado esto, se procedió a la revisión de los nombres de las plantas y de sus autores tanto a nivel de errores ortográficos como de nomenclatura, actualizando todos los nombres a los aceptados según GBIF (2021). En este punto fue donde más problemas se encontraron debido a que en algunos casos aparecían nombres de los cuales no se encontraba registro dentro

de la base de datos del GBIF. En este caso y al ser un número muy bajo de ejemplares (130) que no afectarían a los resultados finales, se optó por no tenerlos en cuenta para el análisis.

Una vez corregidos todos los datos, cada planta se añadió a la familia correspondiente en base a la información proporcionada por la base de datos de GBIF (2021) y se procedió a su numeración. A partir de ello se obtuvo una tabla dinámica que aunaba todos los datos y que puede verse parte de ella a modo de ejemplo en la Figura 1, proporcionando la visión general de las familias presentes, con la cantidad de géneros y especies que poseía cada una, así como la cantidad de ejemplares dentro de cada familia, cada género y cada especie por separado.

| Taxonomía  | Géneros | Especies | Ejemplares |
|--|---------|----------|------------|
| <b>Acanthaceae</b>                               | 2       | 4        | 5          |
| <b>Acanthus</b>                                  |         | 2        | 3          |
| <i>Acanthus mollis</i>                           |         |          | 2          |
| <i>Acanthus mollis f. spinulosus</i>             |         |          | 1          |
| <b>Justicia</b>                                  |         | 2        | 2          |
| <i>Justicia adathoda</i>                         |         |          | 1          |
| <i>Justicia brandegeana</i>                      |         |          | 1          |
| <b>Aceraceae</b>                                 | 1       | 13       | 102        |
| <b>Acer</b>                                      |         | 13       | 102        |
| <i>Acer x guyotii</i>                            |         |          | 1          |
| <i>Acer campestre</i>                            |         |          | 34         |
| <i>Acer campestre subsp. campestre</i>           |         |          | 1          |
| <i>Acer campestre x monspessulanum</i>           |         |          | 1          |
| <i>Acer granatense</i>                           |         |          | 3          |
| <i>Acer hyrcanum subsp. stevenii</i>             |         |          | 1          |
| <i>Acer monspessulanum</i>                       |         |          | 17         |
| <i>Acer monspessulanum subsp. monspessulanum</i> |         |          | 2          |
| <i>Acer negundo</i>                              |         |          | 2          |
| <i>Acer obtusatum subsp. obtusatum</i>           |         |          | 1          |
| <i>Acer opalus</i>                               |         |          | 14         |
| <i>Acer platanoides</i>                          |         |          | 4          |
| <i>Acer pseudoplatanus</i>                       |         |          | 21         |
| <b>Adiantaceae</b>                               | 1       | 2        | 39         |
| <b>Adiantum</b>                                  |         | 2        | 39         |
| <i>Adiantum capillus-veneris</i>                 |         |          | 38         |
| <i>Adiantum raddianum</i>                        |         |          | 1          |

**Figura 1:** Imagen de ejemplo de la tabla dinámica resumen de todos los datos del Herbario BIO ordenados sistemáticamente y alfabéticamente.

En caso de querer consultarse, se adjunta un enlace en donde ver la tabla dinámica completa de la diversidad taxonómica del Herbario BIO: [Tabla Dinámica Completa Herbario BIO](#)

Para el **estudio taxonómico**, debido a la gran cantidad de datos presentes, se ha realizado un análisis más detallado de las familias con mayor representatividad. Por ello primeramente se analizaron las familias, géneros y especies a nivel general y luego se centró en las 10 familias más numerosas en cuanto a cantidad de ejemplares, para el estudio de los géneros y especies presentes en dichas familias.

Respecto a la **distribución geográfica**, se realizaron dos mapas mediante el programa Qgis 3.10, uno para la distribución mundial y otro a nivel provincial dentro de España. Para ello se descargaron las capas de GeoEuskadi, se añadió en la tabla de atributos una columna con los

datos correspondientes y se realizó una categorización numérica de dicha columna, plasmando en el mapa los resultados.

Para la **distribución temporal**, se decidió analizar únicamente la recolección por años ya que por época del año se observó que la gran mayoría se dan durante la época de primavera-verano coincidiendo con la floración y momento fértil de las plantas, además, para aquellas que no se poseía información se les asignó la etiqueta de Desconocido.

#### 4.3. Estudio de la Familia *Gentianaceae*

Para su estudio y a partir de los datos obtenidos para el análisis general del Herbario BIO, se separaron los datos referentes a la familia *Gentianaceae* en una hoja Excel. Mediante gráficas se representó la distribución taxonómica comparándose la cantidad de especies y ejemplares dentro de cada género y las 10 especies más abundante. Para la distribución geográfica se realizó un mapa en base a las coordenadas de recogida de las plantas mediante el programa Qgis 3.10. Finalmente, para la distribución temporal, se realizó un gráfico de columnas apiladas pudiéndose observar la cantidad de ejemplares de cada género recogidos cada año.

### 5. Resultados y Discusión

#### 5.1. Diversidad taxonómica del Herbario BIO

A raíz del presente trabajo, y de manera general, el Herbario BIO cuenta con ejemplares de Pteridófitos, Gimnospermas y Angiospermas, que engloban: 182 familias, 1211 géneros, 5981 especies y 40269 ejemplares repartidos como se muestra en la Tabla 2. El grupo más abundante son las Angiospermas, tanto a nivel de familias (157), géneros (1155), especies (5813) y ejemplares (38814). Además, dentro de esas 5981 especies totales se poseen 79 híbridos, 1260 subespecies y 95 variedades.

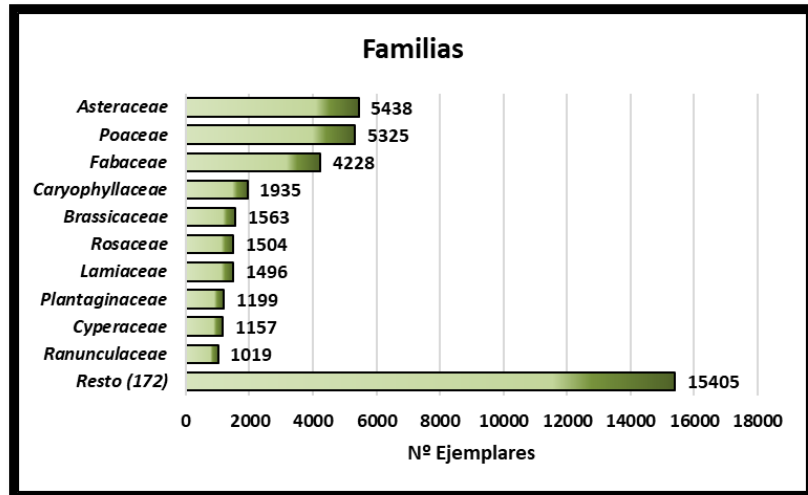
**Tabla 2:** Grupos taxonómica del Herbario BIO. Se muestra la cantidad de familias, géneros, especies y ejemplares pertenecientes a cada grupo taxonómico, así como el porcentaje que representan en el Herbario BIO. En la última fila se indica la cantidad total de familias, géneros, especies y ejemplares del Herbario BIO.

| Taxonomía           | Familias   | %          | Géneros     | %          | Especies    | %          | Ejemplares   | %          |
|---------------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|
| <i>Pteridófitos</i> | 22         | 12,1       | 42          | 3,5        | 124         | 2,1        | 1293         | 3,2        |
| <i>Gimnospermas</i> | 3          | 1,6        | 14          | 1,2        | 44          | 0,7        | 162          | 0,4        |
| <i>Angiospermas</i> | 157        | 86,3       | 1155        | 95,4       | 5813        | 97,2       | 38814        | 96,4       |
| <b>Herbario BIO</b> | <b>182</b> | <b>100</b> | <b>1211</b> | <b>100</b> | <b>5981</b> | <b>100</b> | <b>40269</b> | <b>100</b> |

Las 10 familias más abundantes de las 182 presentes en cuanto a cantidad de ejemplares serían las *Asteraceae*, *Poaceae* y *Fabaceae* con más de 4000 ejemplares y el resto con menos de 2000,

que se muestran en la Figura 2, representando un 62% (24864 ejemplares) sobre el total que se alberga en el Herbario BIO.

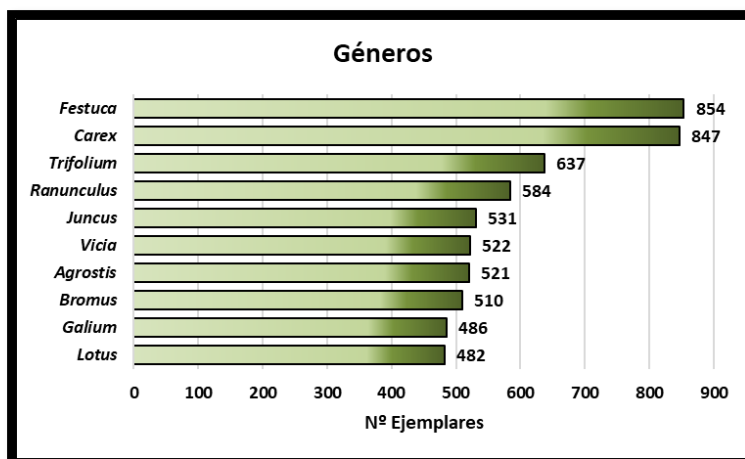
Viendo los resultados obtenidos, puede decirse que en cuanto a cantidad de familias el Herbario BIO presenta un alto número (182), a pesar de que se observa una marcada dominancia de las familias *Asteraceae*, *Poaceae* y *Fabaceae*. Estos resultados son esperables por la distribución cosmopolitas de las tres familias dominantes. Por otro lado, la Península Ibérica cuenta con 160



**Figura 2:** Las 10 familias más numerosas en cuanto a número de ejemplares y el resto (172).

familias y 1059 géneros de plantas vasculares. Sin embargo, el reparto no es equitativo, un 15% de las familias concentra el 77% de las especies (Domínguez & Schwartz, 2005), siendo las familias *Asteraceae* y *Poaceae* las más diversificadas (Moreno, 2011), lo que explicaría la alta presencia de ejemplares de dichas familias en el Herbario BIO, al igual que se ha observado en otros herbarios como el de Valencia (VAL) (Martinez, 2014).

En cuanto a los géneros, los 10 más numerosos son los que se muestran en la Figura 3, que tan



**Figura 3:** Los 10 géneros más numerosos en cuanto a número de ejemplares. Se han obviado el resto de géneros (1201) presentes en el Herbario BIO que suponen 34295 ejemplares.

solo representan un 14,8%, (5974 ejemplares) sobre el total que se recogen en el Herbario BIO.

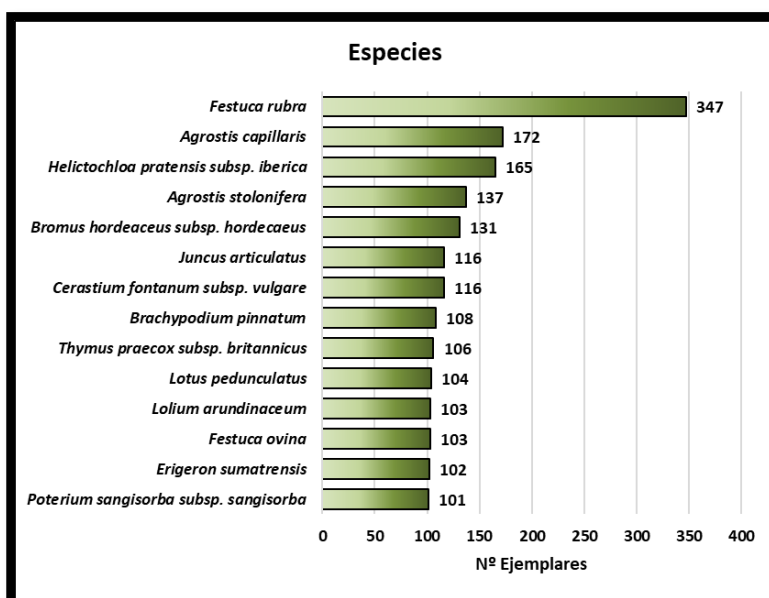
Se observa una clara dominancia del género *Festuca* Tourn. ex L. (perteneciente a la familia *Poaceae*, ocupando un 15,8% dentro de dicha familia) y *Carex* L. (de la familia

*Cyperaceae*, ocupando un 73,2% dentro de ella) en cuanto a cantidad de ejemplares, a pesar de que en lo referente a especies no son las más representadas (34 y 74 respectivamente) dentro del Herbario BIO. Esto se debe a que dichos géneros son bastante complejos y de difícil identificación in situ, por lo que se han recolectado para su determinación en el laboratorio y su posterior inclusión en el Herbario.

A pesar de que la familia *Asteraceae* es la más numerosa, aquí se observa que no aparece ningún género como dominante de dicha familia, sino que los géneros que más aportan pertenecen a las familias *Poaceae* (5325 ejemplares pertenecientes a *Festuca* Tourn. ex L., *Bromus* L. y *Agrostis* L.), *Cyperaceae* (1157 pertenecientes al género *Carex* L.) y *Fabaceae* (4228 pertenecientes a *Trifolium* Tourn. ex L., *Vicia* L. y *Lotus* L.).

Aunque no hay ninguna familia exclusiva peninsular, sí que hay cierto número de géneros endémicos, como por ejemplo *Endressia* J. Gay, *Petrocoptis* Endl., *Dethawia* Endl. y *Phalacrocarpum* Willk. (Castroviejo, 2010), de las cuales se tiene registro en el Herbario BIO (52, 14, 16 y 15 ejemplares respectivamente).

Se estima que existen 7500 especies en la Península en base a lo cubierto por Flora Iberica y unas 1286 endémicas, variando en función de la fuente consultada y que no podrá saberse de manera exacta hasta la publicación completa, sobre todo porque quedan por revisar familias muy numerosas como las *Asteraceae* o *Poaceae* (Castroviejo, 2010). En el Herbario BIO se encuentran representadas 5981 especies de las cuales 5541 son peninsulares.



**Figura 4:** Las especies más numerosas en cuanto a número de ejemplares. Se ha obviado el resto de especies (5967) presentes en el Herbario BIO que suponen 38358 ejemplares.

Respecto a las especies que poseen más de 100 ejemplares (Figura 5), representan un 5% del total de las presentes en el Herbario BIO (1911 ejemplares), 8 de las cuales pertenecen a la familia *Poaceae*, siendo la mayoritaria *Festuca* gr. *rubra* L. con 347. Esto concuerda con el hecho de que el género *Festuca* sea el mayoritario ya



que solamente los ejemplares de dicha especie suponen un 40,63% del total en el género. Que se posean tantos ejemplares se explica con los mismos motivos dados anteriormente y que el tener una cantidad considerable de ellos puede ayudar en futuros estudios taxonómicos a aclarar su situación. Sin embargo, estas especies solo representan el 0,1 % del total del Herbario BIO, mientras que el 80% de las especies poseen solo 1 (41%) o 2 (40%) ejemplares.

## 5.2 Análisis de las 10 familias más representadas

Centrándonos en las 10 familias más numerosas en cuanto a cantidad de ejemplares (Tabla 3), se observa que el orden se vería alterado si tomáramos el número de géneros o especies de referencia. Hay que tener en cuenta que las familias con mayor número de especímenes aquí indicadas no son las que poseen mayor número de géneros o de especies. Respecto a mayor cantidad de géneros aparecen las familias *Apiaceae* (59), *Amaranthaceae* (34) y *Boraginaceae* (30) en lugar de *Plantaginaceae*, *Cyperaceae* y *Ranunculaceae*. Al igual que en el caso de las especies, sustituyendo la familia *Apiaceae* (145) a la familia *Cyperaceae*. Aun así, el análisis se hará sobre las 10 familias más numerosas en cuanto a cantidad de ejemplares siguiendo dicho orden.

**Tabla 3:** Familias más abundantes en el Herbario BIO. Se muestra la cantidad de géneros y especies del Herbario BIO de las 10 familias más representadas, ordenadas en cuanto a cantidad de ejemplares, con sus correspondientes porcentajes calculados con respecto a los totales presentes en Herbario BIO. La fila de Totales hace referencia a la suma de las distintas columnas y el Resto a la cantidad que representan las demás familias del Herbario BIO.

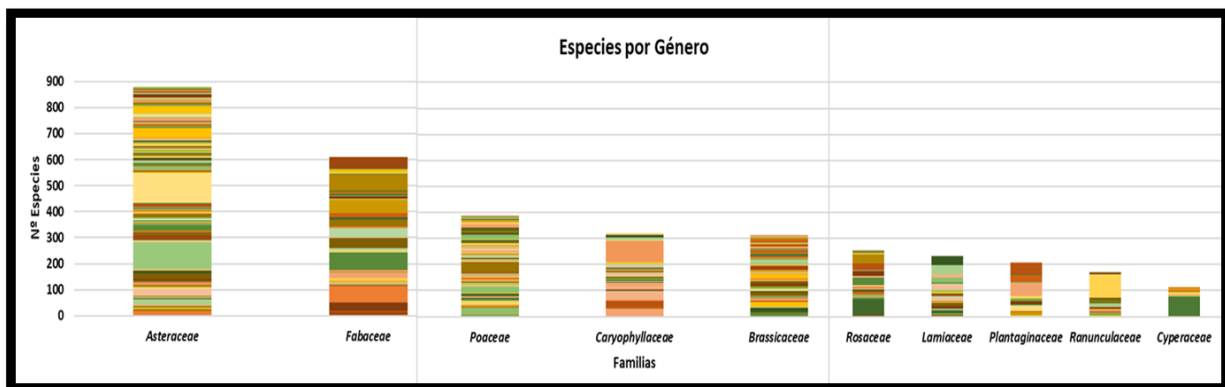
| Familia                     | Ejemplares   | %           | Especies    | %           | Géneros     | %           |
|-----------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Asteraceae</i>           | 5438         | 13,5        | 878         | 14,7        | 160         | 13,2        |
| <i>Poaceae</i>              | 5325         | 13,2        | 384         | 6,4         | 102         | 8,4         |
| <i>Fabaceae</i>             | 4228         | 10,5        | 610         | 10,2        | 65          | 5,4         |
| <i>Caryophyllaceae</i>      | 1935         | 4,8         | 318         | 5,3         | 46          | 3,8         |
| <i>Brassicaceae</i>         | 1563         | 3,9         | 312         | 5,2         | 78          | 6,4         |
| <i>Rosaceae</i>             | 1504         | 3,7         | 254         | 4,2         | 38          | 3,1         |
| <i>Lamiaceae</i>            | 1496         | 3,7         | 232         | 3,9         | 36          | 3,0         |
| <i>Plantaginaceae</i>       | 1199         | 3,0         | 208         | 3,5         | 20          | 1,7         |
| <i>Cyperaceae</i>           | 1157         | 2,9         | 113         | 1,9         | 16          | 1,3         |
| <i>Ranunculaceae</i>        | 1019         | 2,5         | 171         | 2,9         | 21          | 1,7         |
| <b>Total</b>                | <b>24864</b> | <b>61,7</b> | <b>3480</b> | <b>58,2</b> | <b>582</b>  | <b>48,1</b> |
| <b>Resto (172 Familias)</b> | <b>15405</b> | <b>38,3</b> | <b>2501</b> | <b>41,8</b> | <b>629</b>  | <b>51,9</b> |
| <b>Total Herbario BIO</b>   | <b>40269</b> | <b>100</b>  | <b>5981</b> | <b>100</b>  | <b>1211</b> | <b>100</b>  |

Si analizamos la cantidad de especies totales por género (Tabla 4), los 10 que más especies poseen son *Hieracium* L. (117) y *Centaurea* L. (102) pertenecientes a la familia *Asteraceae*; *Ranunculus* L. (85) de la familia *Ranunculaceae*; *Silene* L. (79) de la familia *Asteraceae*; *Carex* L. (74) de la familia *Cyperaceae*; *Genista* L. y *Astragalus* L. (68 y 65 respectivamente) pertenecientes a la familia *Fabaceae*; *Alchemilla* L. (62) perteneciente a la familia *Rosaceae*; *Trifolium* Tourn. ex L. (61) y *Ononis* L. (52), ambas pertenecientes a la familia *Fabaceae*.

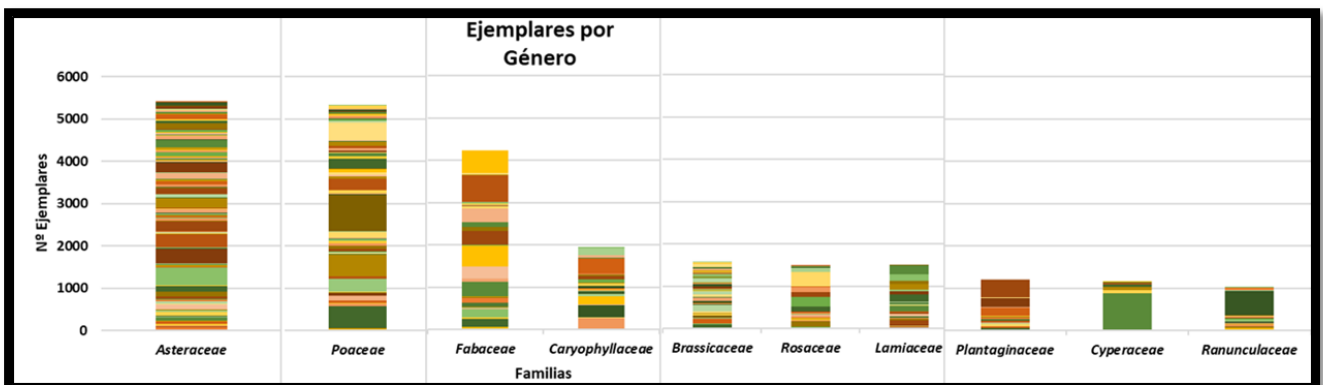
El género *Hieracium* es uno de las más diversificados en la Península Ibérica y ampliamente distribuido por las zonas templadas y frías de Europa (Mateo, 2007), además el más abundante con 124 especies (Moreno, 2011). El principal problema de este género es la formación de especies por hibridación interespecifica reciente (Mateo, 2007) lo que dificulta su identificación y, por ende, la amplia representación en los herbarios (Martínez, 2014).

**Tabla 4:** Géneros más abundantes en cuanto a cantidad de especies de las 10 familias más numerosas presentes en el Herbario BIO ordenadas alfabéticamente por familia.

| Familia              | Género            | Especies | Ejemplares |
|----------------------|-------------------|----------|------------|
| <i>Asteraceae</i>    | <i>Hieracium</i>  | 117      | 246        |
|                      | <i>Centaurea</i>  | 102      | 429        |
|                      | <i>Silene</i>     | 79       | 346        |
| <i>Cyperaceae</i>    | <i>Carex</i>      | 74       | 847        |
| <i>Fabaceae</i>      | <i>Genista</i>    | 68       | 341        |
|                      | <i>Astragalus</i> | 65       | 184        |
|                      | <i>Trifolium</i>  | 61       | 637        |
|                      | <i>Ononis</i>     | 52       | 333        |
| <i>Ranunculaceae</i> | <i>Ranunculus</i> | 85       | 584        |
| <i>Rosaceae</i>      | <i>Alchemilla</i> | 62       | 134        |



**Figura 5:** Número de especies por género en cada una de las 10 familias más numerosas en cuanto a ejemplares. Se indica la cantidad de especies dentro de cada género perteneciente a cada familia.



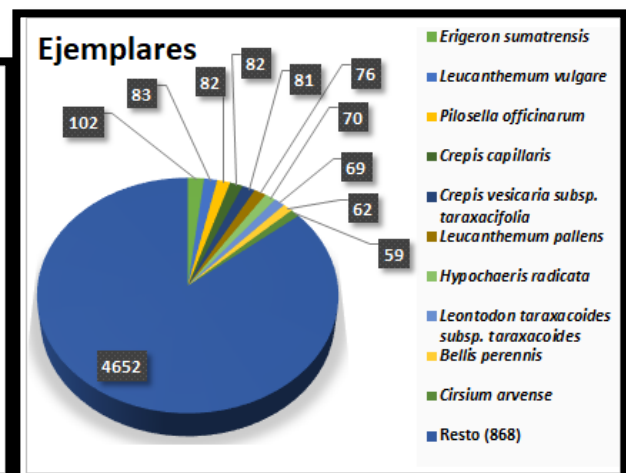
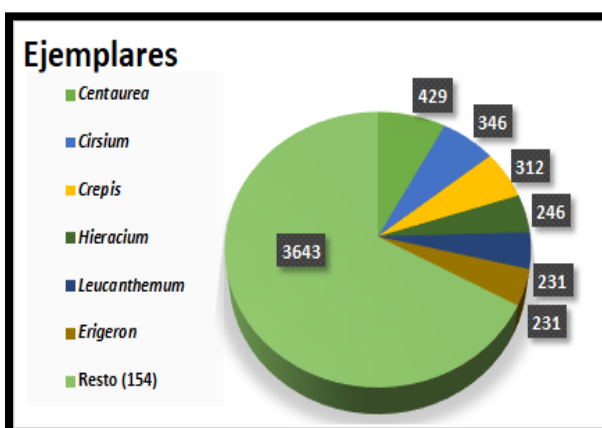
**Figura 6:** Número de ejemplares por género en cada una de las 10 familias más numerosas en cuanto a géneros. Se indica la cantidad de ejemplares dentro de cada género perteneciente a cada familia.

En las Figuras 6 y 7 se representa la distribución de especies y ejemplares por familias respectivamente. Se observa que la más abundante tanto en especies como en ejemplares es la

familia *Asteraceae*, siendo la que posee más géneros con una sola especie (58). La familia *Poaceae*, aunque ocupa el tercer lugar en cuanto a número de especies, es la segunda más abundante en cuanto a ejemplares, debido a alta cantidad de especímenes del género *Festuca*.

Con respecto al número de ejemplares (Tabla 3), estas familias contienen el 62% del total de ejemplares presentes en el Herbario BIO. Comparando las figuras 6 y 7, se observa que en la familia *Poaceae* existe un cierto balance entre el número de géneros y las especies dentro de ellos (Figura 6). En cambio, en la Figura 7 vemos que ya no resulta tan igualitario, provocando que los bloques de algunos géneros sean sustancialmente mayores que los de otros, debido al elevado número de ejemplares de *Festuca*. El resto de las familias se mantienen en el mismo orden en cuanto al número de especies y ejemplares por género, hasta llegar a las familias *Ranunculaceae* y *Cyperaceae*, que se intercambian haciendo que destaquen la cantidad de ejemplares de *Carex* (847 frente a 74 especies) en el caso de la familia *Cyperaceae* y de *Ranunculus* (584/85) en la familia *Ranunculaceae*.

Finalmente, dentro de estas 10 familias, la que alberga mayor número de especies es la familia *Asteraceae*, con 878 y divididas en 160 géneros. Dentro de dichos géneros y como se mencionó con anterioridad el más numeroso es *Hieracium* en cuanto a especies. Pero si se observa respecto a la cantidad de ejemplares (Figura 8), es *Centaurea*. Además, aquellos géneros con más de 200 ejemplares representan un 33% del total dentro de la familia *Asteraceae*.



**Figura 8:** Cantidad de ejemplares por género dentro de la familia *Asteraceae*. Se muestran aquellos que poseen más de 200 ejemplares y el resto de géneros (154) agrupados.

**Figura 9:** Las 10 especies más numerosas en cuanto a ejemplares de la familia *Asteraceae* y el resto de especies (868) agrupadas.

Pero, si se observa el número de ejemplares dentro de las especies (Figura 9) vemos que dentro de las 10 más numerosas, la primera es *Erigeron sumatrensis* Retz. con 102 ejemplares debido a

un estudio taxonómico realizado por miembros del departamento (Liendo, 2021). A pesar de ello, dichas especies no llegan a representar más que el 14,1% del total de ejemplares dentro de la familia. Además, resulta curioso que ninguna especie del género *Centaurea* o *Hieracium* aparezca, lo cual indica que, el Herbario BIO pese a albergar una gran cantidad de sus especies, no alberga ninguna que resalte en cuanto a cantidad de ejemplares, entendiéndose una mayor diversidad en vez de abundancia, en lo que a ambos géneros se refiere.

### 5.3. Distribución geográfica y temporal

En la *distribución geográfica* a nivel mundial (Figura 10), podemos observar que aparte de las que se poseen de la Península Ibérica la inmensa mayoría de las plantas son de los países cercanos, como, por ejemplo: Francia, Italia, Portugal, Túnez, Marruecos o Turquía. Después a medida que nos vamos alejando por Europa el número de ejemplares que se tienen decrece. En total se poseen en el Herbario BIO 3185 ejemplares provenientes del extranjero. Además, se poseen 276 ejemplares de los que se desconoce la procedencia y en lo referente a España, suman un total de 37084.

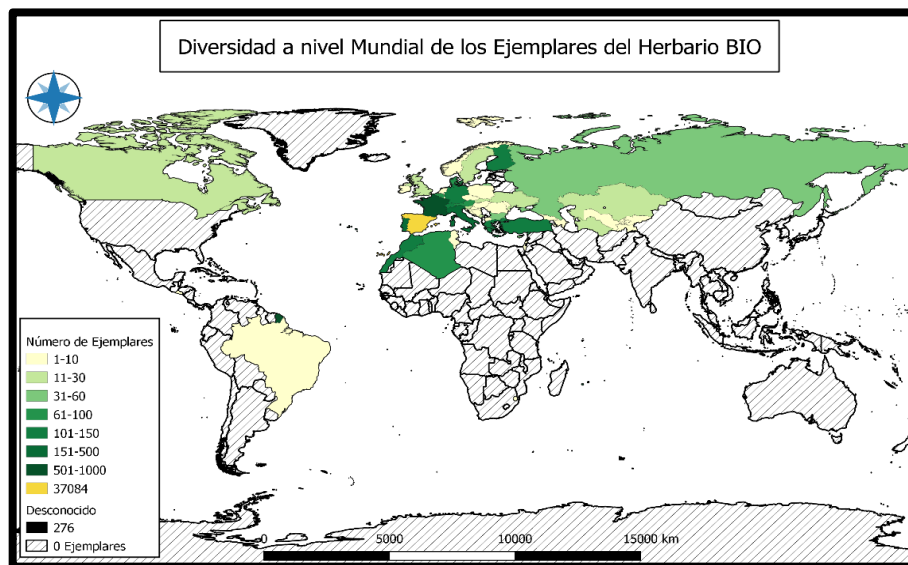


Figura 10: Mapa de la diversidad a nivel mundial de los ejemplares del Herbario BIO.

Por contra, de Centroamérica y Sudamérica solo se tiene de El Salvador 1 ejemplar (*Cerastium ligustrum* Viv. recogida por J.P. Theurillat en 1988 y proveniente de una Exsiccata) y de Brasil 3 (*Rhynchosia coryfolia* Mart. ex Benth., *Borreria scabiosoides* Cham. & Schldl. y *Stylosanthes montevidensis* Vogel). De Oceanía, Asia Central y Sudeste Asiático no se poseen ejemplares. Respecto a África, se poseen varios ejemplares de la zona Norte (Egipto con 1, Túnez con 4, Argelia con 83 y Marruecos con 150) pero en cuanto al resto del continente solo se poseen 1

ejemplar de Suazilandia (*Hieracium bupleuroides* subsp. *scabripes* Naeg. & Peter) recogida por G. Gottschlich en 1990 y obtenida en el programa Exsiccata Lambinon 1995. Además, se posee un total de 25 especies provenientes de la zona ártica de Canadá, recogidas por Koldo Nuñez, aunque se desconoce la fecha.

Respecto a la distribución provincial (Figura 11), se observa que Navarra es la que más aporta, con un total de 7918 ejemplares, seguido de Burgos con 6945, Álava con 5741, Bizkaia con 4584 y Guipuzkoa con 3763. La provincia que menos aporta es Ceuta con 1 ejemplar de *Teline linifolia* (L.) Webb. Además, se poseen 13 ejemplares de origen desconocido que representan el 0,035% del total en el Herbario BIO.

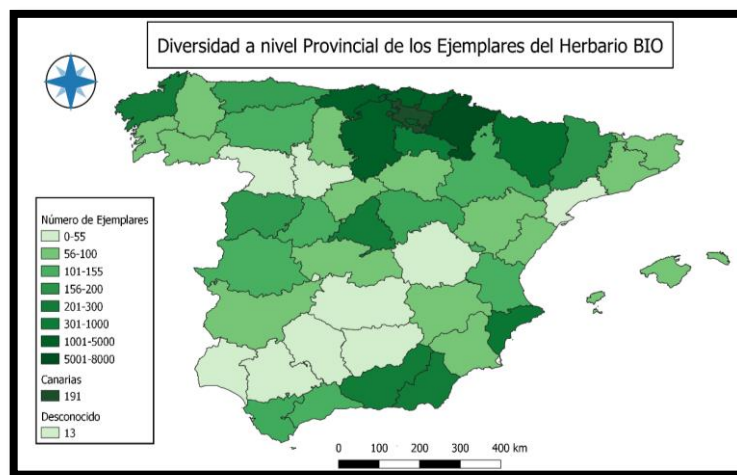


Figura 11: Mapa de la diversidad a nivel provincial de los ejemplares del Herbario BIO.

En cuanto a la distribución temporal (Figura 12) al comienzo se observa una constancia en el número de ejemplares con una media de 430 al año. A continuación, se da una subida durante el periodo 1988-1991 con un total de 8907 ejemplares, para volver a decrecer. En cambio, durante el periodo de 1997-2000 se observa un enorme repunte con un total de 14298 especies ( $\pm 4000$  por año), debido a que se estaban realizando varias tesis dentro del departamento y proyectos para los cuales se necesitaba la recolección de muchos ejemplares. Luego desciende drásticamente hasta el presente en donde la media de recogida anual se sitúa en 250 ejemplares. Además, cabe mencionar que 30381 ejemplares han sido recogidas por miembros del departamento o doctorandos para la realización de sus tesis (Herrera, 1995; García-Mijangos, 1997; Biurrun, 1999; Campos, 2010; Berastegi, 2013), 9852 provienen de intercambios con otros herbarios tanto a nivel estatal como internacional y luego se poseen 36 ejemplares a los que ha resultado imposible asignar uno u grupo debido a la falta de datos.

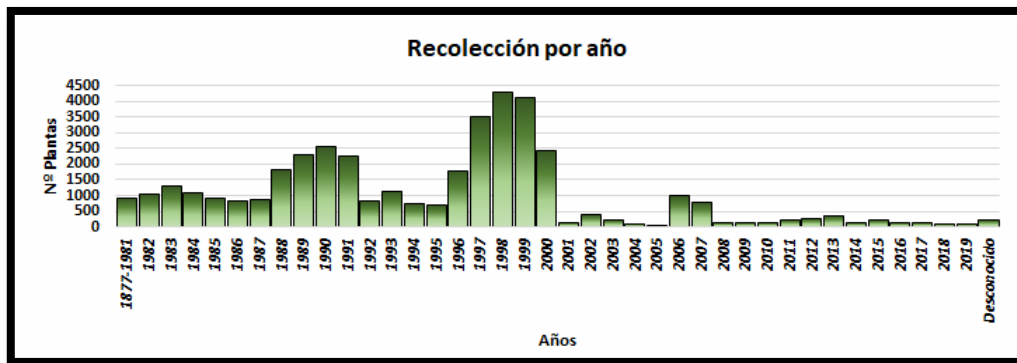


Figura 12: Recolección por años de los ejemplares presentes en el Herbario BIO desde 1877 hasta el 2019. Se agrupa el periodo 1877-1981 debido a que fue este último cuando comenzó el Herbario BIO y los ejemplares anteriores a 1981 son provenientes de Exsiccatas.

Por tanto, el tiempo que lleve en funcionamiento un Herbario, el que se centre en la flora de una zona u otra de la Península Ibérica, incluso el personal especializado en taxonomía de unos u otros géneros y las investigaciones o tesis doctorales que se realicen, afecta en gran medida a la cantidad y diversidad de plantas que pueden presentar.

#### 5.4. Familia *Gentianaceae*

##### 5.4.1. Diversidad taxonómica

El Herbario BIO dispone de un total de 53 especies y 534 ejemplares de la familia *Gentianaceae* Juss. que se dividen en 11 géneros (Figura 13): *Blackstonia* Huds., *Centaurium* Hill., *Cicendia* (Adans.) Bellis, *Comastoma* (Wettst.) Toyok, *Exaculum* Caruel, *Gentiana* L, *Gentianella* Moench, *Gentianopsis* Ma, *Ixanthus* Griseb, *Schenkia* L. y *Swertia* L.

Como se puede observar el género con más especies representadas es *Gentiana* con 23 siendo también de la que más número de ejemplares se posee con un total de 272, seguido de *Centaurium* con 12 y 133 respectivamente.

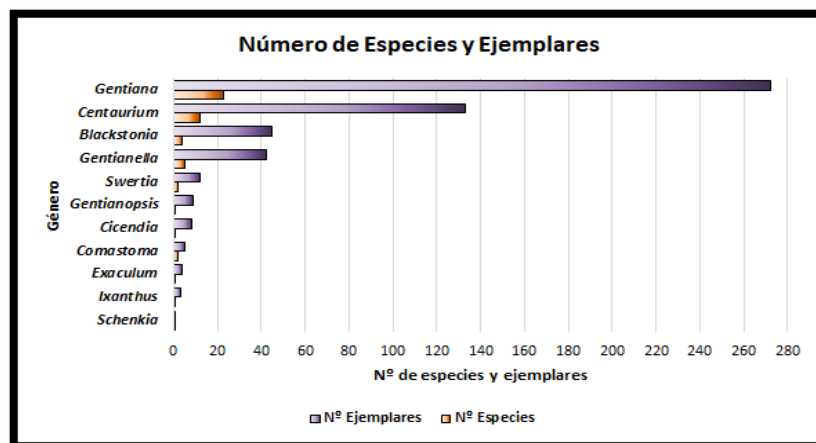


Figura 13: Número de especies y ejemplares de la familia Gentianaceae presentes en el Herbario BIO en cada género.

Las especies más abundantes son las que se muestran en la Figura 14. De la que más se posee es de *Gentiana pneumonanthe* L. con 44, seguida de *Centaurium erythraea* Rafn. con 43 y *Gentiana angustifolia* subsp. *corbariensis* (Braun-Blanq.) Renob. con 42.

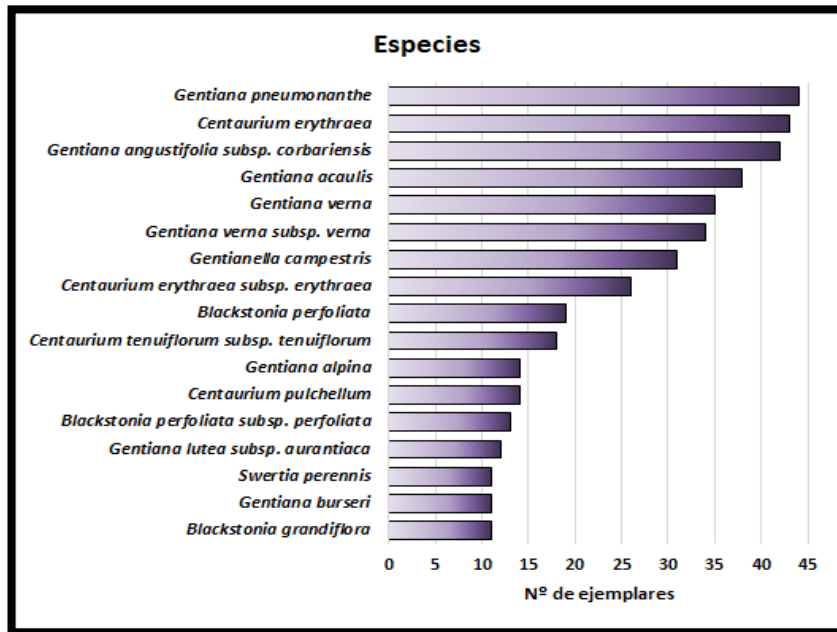


Figura 14: Número de ejemplares de las especies más numerosas de la familia Gentianaceae presentes en el Herbario BIO.

En cambio, de los que menos se posee con 1 solo ejemplar, entre otros son: *Schenkia spicata* (L.) G. Mans., *Swertia japonica* (Schult.) Makino o *Gentianella campestris* subsp. *campestris* (L.) Börner. Le sigue *Ixanthus viscosus* (Aiton) Griseb. con 3 ejemplares que se trata de un endemismo arbustivo proveniente de Canarias, *Exaculum pusillum* (Lam.) Caruel con 4 ejemplares y finalmente *Comastoma tenellum* (Rottb.) Toyok con 4 ejemplares y *Comastoma nanum* (Wulfen) Toyok con 1 ejemplar.

#### 5.4.2. Distribución geográfica y temporal

A nivel mundial (Figura 15) de donde más ejemplares de géneros diferentes se posee es de España, seguido de Francia y Austria. En cuanto a las de origen desconocido suman un total de 66. El único país en el cual se han recogido todos los géneros presentes en el Herbario BIO es España.

En la distribución provincial en España (Figura 16), la que más ejemplares aporta es País Vasco con 101, seguido de Navarra, Burgos y Huesca con 90, 50 y 38 respectivamente. Pero si hablamos de variedad de géneros, sería Burgos es de donde más se posee, aunque no sea la que más ejemplares aporte contándose: 5 de Blackstonia, 22 de Gentiana, 20 de Centaurium y 1 de Cicendia, Gentianella y Gentianopsis. Por el contrario, las que menos, con solo 1 ejemplar, son Badalona, Barcelona, Castellón, Córdoba, Huelva,

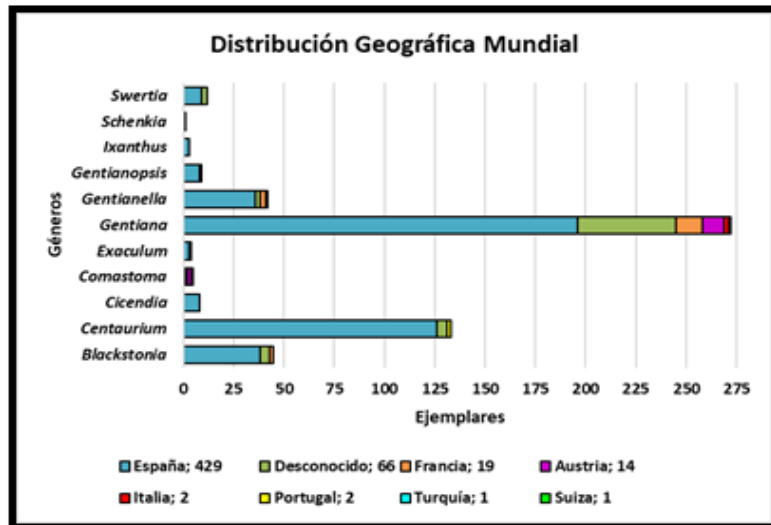


Figura 15: Distribución a nivel mundial de los ejemplares de la familia Gentianaceae según su género. Se muestra en columnas apiladas la procedencia de los ejemplares de cada género.

La Coruña, Toledo (donde se encuentra el único ejemplar de *Schenkia spicata* (L.) G.Mans. en el Cerro de San Gregorio), Zamora y Zaragoza.

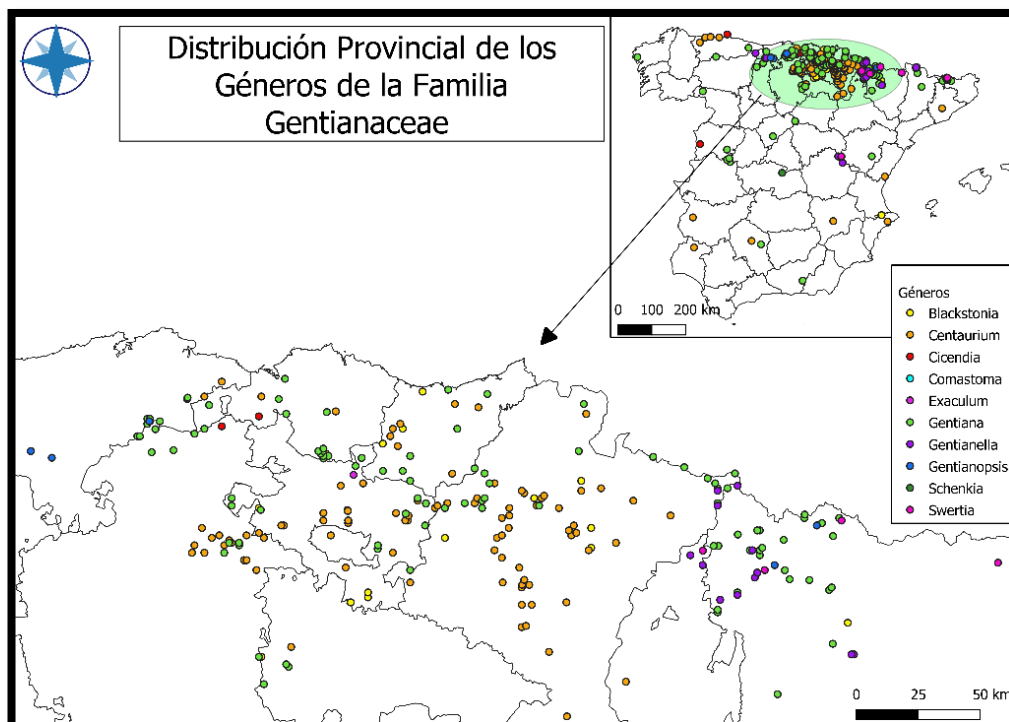
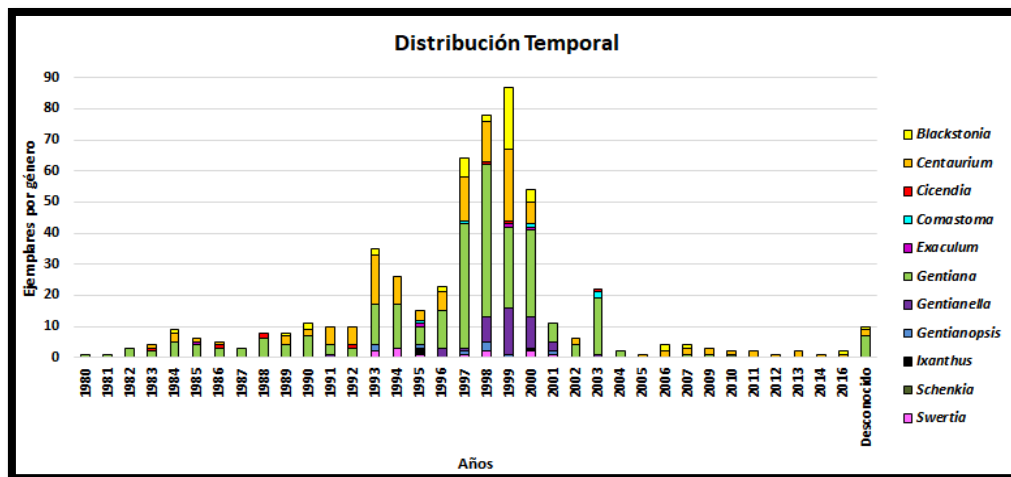


Figura 16: Mapa de la distribución provincial de los géneros de la familia *Gentianaceae* que posee el Herbario BIO. Se muestra la procedencia en España y zoom a la zona de donde más ejemplares se posee (País Vasco, Navarra, Burgos y Huesca).



Mencionar que en la zona del prepirineo, en Girona, a pesar de que no pueda apreciarse correctamente en la Figura 16 debido al solapamiento de las coordenadas, hay presencia de ejemplares de *Gentiana*, *Centaurium*, *Comastoma*, *Gentianella* y *Swertia* sumando un total de 21 ejemplares. Además, el único ejemplar de *Comastoma tenellum* Rottb. del que se tiene registro de localización en España, se encuentran en dicha zona. Finalmente, los 3 ejemplares de *Exaculum pusillum* (Lam.) Caruel, se encuentran en Álava y aunque no aparezcan en el mapa, los 3 ejemplares de *Ixanthus viscosus* (Aiton) Griseb. provienen de Canarias, concretamente de Santa Cruz de Tenerife, cerca del puerto.

Respecto a la distribución temporal, tal y como se observa en la Figura 17, la época de mayor recogida es durante 1997 al 2000, debido a como se mencionó en el apartado general la realización de diversas tesis dentro del departamento. La franja temporal que comprende desde 1981 a 2003, muchos de los ejemplares recogidos son a causa de los estudios realizados por el Gustavo Renobales para Flora Iberica (Renobales, 2012a; 2012b; 2012c; 2012d; 2012e), además ha sido con diferencia quien más ejemplares ha aportado. En cuanto a constancia, se observa que las que más han tenido a lo largo del tiempo han sido las del género *Centaurium* y *Gentiana* mientras que el resto se han recogido de manera más dispersa.



**Figura 17:** Distribución temporal de la recogida de los ejemplares de la familia Gentianaceae según su género.

En este caso el primer ejemplar es de 1980, siendo una *Gentiana boryi* Boiss. recogida en Álava, en la Sierra de Béjar y proveniente de una Exsiccata. Pero la primera recogida por un miembro del Departamento de Botánica fue en 1981, en este caso una *Gentiana verna* L. de Oviedo en Covadonga, por Gustavo Renobales. Las más recientes son *Blackstonia perfoliata* subsp. *perfoliata* (L.) Huds. y *Centaurium erythraea* subsp. *erythraea* Rafn. recogidas por M. Azpiroz & Y. García en 2016 en Andoain y provenientes de una Exsiccata AHIM. Mencionar, además, que

el único ejemplar de *Schenkia spicata* (L.) G. Mans. fue recogida en 2010 por J.M. Martínez Labarga en Toledo, en la localidad de Añover de Tajo, entre Valdelobos y el Cerro de San Gregorio y procedente de una Exsiccata AHIM.

## 6. Conclusiones

El presente análisis ha permitido por primera vez tener un conocimiento exacto de la composición de plantas vasculares presentes en el Herbario BIO, ya que hasta dicho momento se desconocía la cantidad de familias, géneros, especies y ejemplares que se poseían, así como las características de los mismos.

### Herbario BIO

En cuanto a diversidad taxonómica, las familias más numerosas en cuanto a cantidad de géneros, especies y ejemplares se refieren son las *Asteraceae*, *Fabaceae* y *Poaceae* que son las más cosmopolitas. El género más diverso en cuanto a cantidad de especies es *Hieracium* perteneciente a la familia *Asteraceae* y el más abundante en cuanto a ejemplares es *Festuca* perteneciente a la familia *Poaceae*, relacionado con la dificultad en la identificación de las especies. La especie más abundante en cuanto a número de ejemplares es *Festuca* gr. *rubra* perteneciente a la familia *Poaceae*.

Respecto a la distribución geográfica, el 92% de los ejemplares son provenientes de España, sobre todo del País Vasco, Navarra y las zonas limítrofes, en relación a los trabajos florísticos y de vegetación llevados a cabo en el departamento.

En cuanto a la distribución temporal, la época de mayor recogida se dio entre el año 1997 y el año 2000, coincidiendo con la realización de tesis doctorales durante estos períodos.

### Familia Gentianaceae Juss.

En cuanto a diversidad taxonómica, el género más numeroso en cuanto a especie y ejemplares se refiere es *Gentiana*, debido a los diferentes estudios realizados por el Doctor y profesor en la universidad Gustavo Renobales y que la especie más numerosa debido a esto es *Gentiana pneumonanthe* L. Por el contrario, el género menos representado es *Schenkia*, del que solo se posee 1 ejemplar de *Schenkia spicata* (L.) G. Mans.

Respecto a la distribución geográfica, la mayoría de los ejemplares provienen de España, mayoritariamente del País Vasco, Navarra y Burgos, aunque se poseen ejemplares de Austria y Suiza, entre otros, recolectados por profesor Renobales, durante el estudio del género.

En cuanto a la distribución temporal, la época de mayor recogida coincide con la realización de dicho estudio entre 1997 a 2000.

Como conclusión final y en base a los resultados obtenidos, a pesar de la existencia de una clara predominancia de ciertas familias, géneros y especies, en proporción, el resto de los presentes equilibran dicha predominancia dotando por tanto de una gran diversidad al Herbario BIO.

## 7. Referencias

- Aedo, C., Median, L., Barberá, P. & Fernández-Albert, M. (2015). Extinctions of vascular plants in Spain. *Nordic Journal of Botany*, 33, 83-100.
- Amici, V., Geri, F., Bonini, I. & Rocchini, D. (2014.) Ecological niche modelling with herbarium data: A framework to improve Natura 2000 habitat monitoring. *Applied Ecology and Environmental Research*, 12(3), 645-659.
- Bañares, Á., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C. & Ortiz, S. (Eds.). (2010). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Adenda 2010*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino). Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid.
- Bebber, D.P. et al. (2010). Herbaria are a major frontier for species discovery. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(51), 22169-22171.
- Benito, J.L. (2013). Relación aproximada de las plantas vasculares descritas para la flora ibero-macaronésica en 2010 y síntesis desde 1995. *Boletín de la Asociación de Herbarios Ibero-Macaronésicos*, 14-15, 31-40.
- Berastegi, A. (2013). *Pastizales y prados en Navarra: descripción, tipificación y ecología*. (Tesis doctoral, Universidad del País Vasco).
- Biurrun, I. (1999). *Flora y vegetación de los ríos y humedales de Navarra*. (Tesis doctoral, Universidad del País Vasco).
- Campos, J.A. (2010). *Flora alóctona del País Vasco y su influencia en la vegetación*. (Tesis doctoral, Universidad del País Vasco).
- Castroviejo, S. (2010). *La flora española: una riqueza en biodiversidad de primer orden aún en exploración. El proyecto Flora Ibérica*.
- COL. (8 de abril de 2021). *The Catalogue of Life*. <https://www.catalogueoflife.org>
- Dalton, R. (2003). Natural history collections in crisis as funding is slashed. *Nature*, 423, 575.
- Delisle, F., Claude, L., Jean, M. & Lachance, D. (2003). Reconstructing the spread of invasive plants: taking into account biases associated with herbarium specimens. *Journal of Biogeography*, 30, 1033-1042.
- Díaz Lifante, Z. (2012a). *Blackstonia* Huds. en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 93-101. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Díaz Lifante, Z. (2012b). *Centaureum* Hill. en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 48-81. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Díaz Lifante, Z. (2012c). *Cicendia* Adans. en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 90-92. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Díaz Lifante, Z. (2012d). *Exaculum* Caruel. en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 86-90. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Díaz Lifante, Z. (2012e). *Schenkia* Griseb. en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 81-86. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Drábková, L.Z. (2014). DNA extraction from herbarium specimens. *Methods in Molecular Biology* 1115, 69-84.
- Domínguez Lozano, F. & Schwartz, M.W. (2005). Comparative taxonomic structure of the floras of two Mediterranean-climate regions: Iberia and California. *Diversity and Distributions*, 11, 399-408.

- El Gharbaoui, A. (2017). *Evolución y contraste del conocimiento etnofarmacológico (tradicional de plantas y usos medicinales) con perspectiva histórica en Marruecos oriental y Andalucía oriental, usando como base EL Tratado de los Simples de Ibn al-Baytar del siglo XIII*. (Tesis doctoral, Universidad de Granada). <https://cutt.ly/Bbh4E2Z>
- Funk, V.A. (2004a). 100 uses for a herbarium (well at least 72). *Plant Science Bulletin*, 49, 94-95.
- Funk, V.A. (2014b). The erosion of collections-based science: alarming trend or coincidence? *The Plant Press*, 17, 13-14.
- García-Mijangos, I. (1997). *Flora y vegetación de los Montes Obarenses (Burgos)*. (Tesis doctoral, Universidad del País Vasco).
- GBIF. (8 de abril de 2021). *Global Biodiversity Information Facility*. <https://www.gbif.es>
- Gropp, R.E. (2003). Are university natural science collections going extinct? *BioScience*, 53(6), 550.
- Guisan, A. *et al.* (2013). Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecology Letters*, 16, 1424-1435.
- Herbario BIO. (15 de abril de 2021). *Grupo de Investigación de Flora y Vegetación de la Universidad del País Vasco*. <https://cutt.ly/7va0Dvi>
- Herrera, M. (1995). *Estudio de la vegetación y flora vascular de la cuenca del río Asón*. (Tesis doctoral, Universidad del País Vasco).
- Ibáñez, N. (2006). *Estudis sobre cinc herbaris històrics de l'Institut Botànic de Barcelona*. (Tesis doctoral, Universidad de Barcelona). <https://cutt.ly/jbh4Y3H>
- Izco, J. (Coord.) *et al.* (2004). *Botánica*. 2da ed. España, McGraw Hill.
- Joshi, P. & Dhawan, V. (2005). *Swertia chirayta* – an overview. *Current Science*, 89(4), 635-640.
- Lang, P.L.M. *et al.* (2019). Using herbaria to study global environmental change. *New Phytol*, 221, 110-122.
- Lavoie, C. (2013). Biological collections in an ever changing world: Herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 15, 68-76.
- Liendo, D., García-Mijangos, I., Biurrun, I. & Campos J.A. (2021). Annual weedy species of *Erigeron* in the northern Iberian Peninsula: a review. *Mediterr. Bot.* 42, e67649. <https://dx.doi.org/10.5209/mbot.67649>
- Loidi, J., Biurrun, I., Campos, J. A., García-Mijangos, I., y Herrera, M. (2011). *La vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Leyenda del mapa de series de vegetación a escala 1:50000. 46-53. <https://cutt.ly/5vmmokf>
- Martinez, I. (2014). *Análisis de la biodiversidad de las colecciones de plantas vasculares del herbario de la Universitat de València (VAL). Elaboración de un Data Paper*. (Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Valencia).
- Mateo, G. (2007). *Hieracium* L. en Castroviejo, S. *et al.* (ed.). *Flora iberica XVI*, 3-49. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Mason, J. *et al.* (2019). The Changing uses of Herbarium Data in a era of global change: An overview using automated content analysis. *BioScience*, 69(10), 812-822.
- Meredith, A.L. (1996). Roles of natural history collections. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 83(4), 536-545.
- Monfils, A.K. *et al.* (2017). Natural history collections: Teaching about biodiversity across time, space, and digital platforms. *Southeastern Naturalist*, 16(10), 47-57.
- Moreno Sainz, J.C. (2011). La diversidad florística vascular española. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 2, 75-107.
- Mutke, J., Barthlott, W. (2005). Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. *Biologische Skrifter*, 55, 521-531.
- NYBG. (3 de abril de 2021). *Index Herbariorum*. Información sobre el herbario BIO. <https://cutt.ly/ObPQ9c0>

- Nualart, N., Ibáñez, N., López-Pujol, J. & Soriano, I. (2017). Assessing the relevance of herbarium collections as tools for conservation biology. *Botanical Review*, 83, 303-325.
- Orden 937 de 2011, de la Consejera de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, por la que se modifica el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre y Marina. 10 de enero de 2011. BOPV Nº 37.
- RBG Kew (Royal Botanic Gardens, Kew). (2016). *The state of the world's plants report*, 2016. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Renobales, G. (2012a). *Comastoma* (Wettst.) Toyok. en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 40-42. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Renobales, G. (2012b). *Gentiana* L. en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 5-35. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Renobales, G. (2012c). *Gentianella* Moench en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 35-39. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Renobales, G. (2012d). *Gentianopsis* Ma en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 43-45. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Renobales, G. (2012e). *Swertia* L. en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 46-48. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Romero, C. & Quintanar, A. (2012). *Gentianaceae* Juss. en Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora iberica XI*, 3-101. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Sántiz, E. et al. (2016). Effect of climate change on the distribution of a critically threatened species. *Therya*, 7(1), 147-159. <https://cutt.ly/6vmbQ0n>
- Schilthuizen, M. et al. (2015). Specimens as primary data: museums and "open science." *Trends in Ecology and Evolution*, 30(10), 237-238.
- Soltis, P.S. (2017). Digitization of herbaria enables novel research. *American Journal of Botany*, 104(9), 1281-1284.
- Struwe, L. & Albert, V.A. (Ed.). (2002). *Gentianaceae: Systematics and Natural History*. Cambridge, University Press.
- Tang, C. et al. (2017). Potential effects of climate change on geographic distribution of the Tertiary relict tree species *Davidia involucreata* in China. *Scientific Reports*, 7, 43822.
- Taylor, J.W., & Swann, E.C. (1994). DNA from herbarium specimens. *Ancient DNA*, 166-181. Springer, New York.
- Thiers, B. (2016). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- Tutin, T.G. et al. (1964). *The Flora Europaea Organization*. Cambridge, University Press.
- UICN. (8 de abril de 2021). *Lista Roja de Especies Amenazadas*. <https://cutt.ly/Xbh77pe>
- Vidari, G. & VitaFinzi, P. (2010). Las Gentianaceae: botánica, fotoquímica y actividad biológica. *La Granja*, 11(1), 3-14.
- Woodson, R.E. (1947). Some dynamics of leaf variation in *Asclepias tuberosa*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 34(4), 353-432. <https://cutt.ly/GvmWoxN>