

## NUEVAS APORTACIONES AL CONOCIMIENTO DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *CYSTOPTERIS*

Francisco J. PÉREZ CARRO<sup>1</sup> & M<sup>a</sup> del Pilar FERNÁNDEZ ARECES<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Barrio Villanueva, Liendo, Cantabria. sfjpecarro@gmail.com

**RESUMEN:** Se estudian citológicamente, micro y macromorfológicamente, ciento diecinueve individuos del género *Cystopteris* de la península ibérica fundamentalmente, con la excepción de *C. montana*. El uso combinado de la longitud de las células guarda y de las esporas, con muy pocas excepciones, permite la determinación del nivel de ploidía de los diversos taxa analizados, así como contribuye a sustentar la identificación de los mismos, mediante rasgos macromorfológicos. Nuestro estudio, proporciona datos que permiten la identificación de *C. fragilis* subsp. *dickieana*, *C. fragilis* subsp. *pseudoregia*, *C. alpina* y *C. diaphana*, asociando los mismos y por orden, a los siguientes citotipos: tetraploide, octoploide, hexaploide y finalmente, también hexaploide; también relaciona el citotipo tetraploide y los valores más bajos de las características micromorfológicas, con *C. fragilis* subsp. *fragilis*, pero deja sin resolver las dudas, sobre cómo determinar ciertos individuos hexaploides, eglandulares o casi, de *C. fragilis* subsp. *fragilis*. Por último, permite la identificación de dos taxa hasta ahora determinables como *C. fragilis* subsp. *huteri*: uno de ellos debe neotipificarse y el segundo, se describe como *C. fragilis* subsp. *oromediterraneum*. El primero se correlaciona con el citotipo tetraploide y el último con el hexaploide. **Palabras clave:** *Pteridophyta*; *Cystopteris*; *Cystopteridaceae*; citología; nivel de ploidía; micromorfología; España.

**ABSTRACT:** New contributions to the knowledge of some of the species of the genus *Cystopteris*. One hundred and nineteen individuals of the genus *Cystopteris* from the Iberian Peninsula, with the exception of *C. montana*, are studied cytologically, micromorphologically, and macromorphologically. The combined use of the length of the guard cells and of the spores, with very few exceptions, allows the determination of the ploidy level of the various taxa analyzed, as well as contributes to support their identification, through macromorphological traits. Our study provides data that allows the identification of *C. fragilis* subsp. *dickieana*, *C. fragilis* subsp. *pseudoregia*, *C. alpina* and *C. diaphana*, associating them and in order, to the following cytotypes: tetraploid, octoploid, hexaploid and finally, also hexaploid; it also relates the tetraploid cytotype and the lowest values of the micromorphological characteristics, with *C. fragilis* subsp. *fragilis*, but leaves unresolved doubts about how to determine certain hexaploid, eglandular or nearly so individuals of *C. fragilis* subsp. *fragilis*. Finally, it allows the identification of two taxa up to now determinable as *C. fragilis* subsp. *huteri*: one of them must be neotypified and the second is described as *C. fragilis* subsp. *oromediterraneum*. The former correlates with the tetraploid cytotype and the latter with the hexaploid. **Keywords:** *Pteridophyta*; *Cystopteris*; *Cystopteridaceae*; cytology; ploidy level; micromorphology; Spain.

### INTRODUCCIÓN

*Cystopteris* Bernh. es un género con un conjunto complejo de especies, dentro del clado eupolypodea II de la familia *Cystopteridaceae* (Payer) Schmakov, (PPG I, 2016); es altamente polimorfo, con el reconocimiento de entre de 10-20 taxa, en muchos casos con límites morfológicos escasamente definidos.

Salvo *Cystopteris alpina* Desv. y *Cystopteris diaphana* (Bory) Blasdell (este último no siempre), la diversidad de “morfotipos” tienden a agruparse en torno a *C. fragilis* (L.) Bernh., en el que además confluyen múltiples niveles de ploidía.

PRADA in CASTROVIEJO (1986), recoge y distingue en el anterior taxon, *C. fragilis* subsp. *fragilis*, *C. fragilis* subsp. *alpina* (Lam.) Hartm. y *C. fragilis* subsp. *huteri* (Hausm. ex Milde) Prada & Salvo, este último sobre la base de individuos que muestran abundantes pelos glandulares unicelulares. Con respecto a este último taxon cabe señalar, que existe una combinación publicada con anterioridad: *Cystopteris fragilis* subsp. *huteri* (Hausm. ex Milde) Grinț. (SÁVULESCU, 1952:89). SHMAKOV & al. (2018:293), considera el rango específico para este taxon: *C. huteri* (Hausm. ex Milde) Shmakov. MARCHETTI (2004: 174), señala, no obstante, que la característica

anteriormente mencionada tiene un escaso valor diagnóstico, dado que no se asocia a otras diferencias. KESSLER (2021), sin embargo, considera este carácter como destacado y este taxon lo cita de Suiza.

Un taxon más, *C. dickieana* R. Sim es distinguible sobre todo por los caracteres de las esporas y es reconocido como tal especie, por diversos autores (MANTON, 1950; VIDA, 1974; DOSTÁL & REICHSTEIN, 1984; PRADA in CASTROVIEJO & al., 1986; KRAUSE & al., 1999). Respecto de este taxon, NARDI (1974), considera legítimo distinguir dos taxones entre las poblaciones de *Cystopteris* con esporas “granulares” y adopta la separación clásica: *C. dickieana* R. Sim, por un lado, y *C. baenitzii* Dörf. por otro; estas posiciones no son compartidas por PICHI SERMOLLI in FERRARINI & al. (1986:126). Hemos de señalar en este sentido, que las tendencias más recientes (PARKS & al., 2000; ROTHFELS & al., 2012; FRASER-JENKINS & al., 2020; EKRT & al., 2022) -algunas de ellas recogidas en DYER & al. (2000) y PRELLI & BOUDRIE (2021) - son proclives a agrupar *C. dickieana* en *C. fragilis*: *C. fragilis* subsp. *dickieana* (R. Sim) Hook. f. Esta opinión se apoya en los estudios de PARKS (1995) y PARKS & al. (2000), quienes señalan que los patrones de isoenzimas no se correlacionan

ni con el tipo de espóra, ni con la morfología externa de las plantas del complejo *C. fragilis*. Semejantes contribuciones realizan HAUFLE & al. (1991). Es necesario señalar además, que EKRT & al. (2022), en su estudio, demuestran que *C. dickieana* como se usa típicamente (para todas las plantas con esporas rugosas), no es una unidad monofilética. LOVIS (1977), revisó las evidencias citológicas de VIDA (1974; VIDA & MOHAY, 1980) y concluyó que *C. dickieana* es probablemente un aloploiploide segmental. La existencia de híbridos estériles entre plantas con esporas equinuladas y rugosas (incluidas las de la localidad tipo) también respalda la idea de que *C. dickieana* pueda ser una especie separada (MANTON & REICHSTEIN, 1965; VIDA, 1974; PRADA & SALVO, 1985).

Por otro lado, la fórmula *C. fragilis* subsp. *diaphana* (Bory) Litard. es defendida por FRASER-JENKINS & al. (2020: 205). Otros autores, consideran el rango específico para este taxon (PRADA, 1986; MURPHY & al., 2005; PRELLI & BOUDRIE, 2021). Además de las características morfológicas, estudios moleculares sustentan el criterio de segregar y considerar como especie separada a *C. diaphana* (ROTHFELS & al., 2013 y 2014). PERONI & al. (2004) describen *C. diaphana* (Bory) Blasdel subsp. *cleoae* (A. Peroni & G. Peroni) A. Peroni & G. Peroni, en base a estomas más grandes.

Recientemente, se ha reivindicado *C. fragilis* subsp. *pseudoregia* Rivas Mart., T.E. Díaz, Fern. Prieto, Loidi & Penas (PÉREZ CARRO & al., 2020), para aquellas formas que otros autores señalaban como formas intermedias entre *C. fragilis* y *C. alpina*. Uno de los autores de la citada combinación, considera que el rango específico es el más apropiado para este taxon. Recientemente, JESSEN (2023), recoge comentarios diversos y varias citas para este taxon en Bulgaria, Suiza y Pirineos.

A nivel citogenético, el complejo *C. fragilis* (ROTHFELS & al., 2013; HANUŠOVÁ & al., 2019, entre otros) presenta una considerable diversidad a nivel de ploidía, con seis citotipos distintos: 2x, 3x, 4x, 5x, 6x y 8x.

MANTON (1950), estudia el material tipo de *C. dickieana* señalando que es tetraploide; posteriormente primero en Suiza, más tarde en Escandinavia, se encontraron plantas asignables a formas de *C. dickieana* hexaploides (MANTON & REICHSTEIN, 1965; DOSTÁL & REICHSTEIN, 1984:195); ambos citotipos no siempre se pueden distinguir en función de los tamaños de esporas (VIDA, 1974).

En la especie exclusivamente europea *C. alpina*, HANUŠOVÁ & al. (2019), añaden a los hallazgos de citotipos dominantes hexaploides (MANTON, 1950; BLASDELL, 1963; VIDA, 1974; entre otros autores) individuos tetraploides y octoploides.

Respecto de *C. diaphana*, hemos de indicar que los citotipos son mayoritariamente tetraploides en Norteamérica, pero hexaploides en Europa (incluida Macaronesia) (MANTON, 1950; BLASDELL, 1963; MANTON & al. in VIDA, 1974; MANTON & al., 1986), salvo la mención del citotipo tetraploide para Portugal (Serra do Caramulo) por parte de QUEIRÓS & al. (1988). Curiosamente, ambos citotipos de *C. diaphana* muestran tamaños de genoma bastante más grandes en comparación con otros taxones del mismo nivel de ploidía (HANUŠOVÁ & al., 2019).

Si en las primeras aportaciones, PÉREZ CARRO & al. (2020), nos centramos fundamentalmente en la identificación de *C. fragilis* subsp. *huteri* y *C. fragilis* subsp. *pseu-*

*doregia*, en estas segundas, (basadas básicamente en material ibérico) se pretende identificar características útiles para la taxonomía de todo el grupo de especies, con la excepción de *C. montana* (Lam.) Bernh. y *C. sudetica* A. Braun & Milde y asociarlas a los diferentes niveles de ploidía.

Seguimos, en el presente trabajo, con idéntico planteamiento, en el que se parte de la identificación de un conjunto de características “morfortipos” y se busca respaldar las mencionadas identidades con un estudio de su citotipo y de sus rasgos micromorfológicos.

De este modo, partimos identificando los siguientes “morfortipos”:

*Cystopteris alpina*: frondes eglandulares tripinnatisectas, con pecíolo castaño claro-pajizo. Pinnas medias con pinnulas distales al menos pinnatipartidas. Estas últimas en general de ovadas a lanceoladas. Segmentos de las pinnulas estrechos y rectangulares con cierta frecuencia con dientes emarginados; las nerviaciones suelen terminar en los senos de dichas emarginaciones.

*Cystopteris fragilis* subsp. *fragilis*: frondes fundamentalmente eglandulares bi-tripinnatisectas con pecíolo castaño oscuro en grado diverso. Segmentos de las pinnulas con dientes agudos, rara vez truncados, en ellos terminan las nerviaciones.

*Cystopteris fragilis* subsp. *dickieana*: frondes eglandulares bipinnatisectas con pecíolo generalmente castaño claro-pajizo. Segmentos de las pinnulas con dientes agudos y algunos con cierta frecuencia truncados a subemarginados, en cuyo seno terminan las nerviaciones. Perisporio con pliegues amplios (rugoso).

*Cystopteris fragilis* subsp. *huteri*: frondes bi-tripinnatisectas con pecíolo castaño oscuro. Lámina cubierta de pelos glandulares unicelulares. Segmentos de las pinnulas con dientes agudos, rara vez truncados, en ellos terminan las nerviaciones. Este grupo es heterogéneo tanto en indumento como en grado de división de las pinnulas.

*Cystopteris fragilis* subsp. *pseudoregia*: frondes eglandulares con pecíolo castaño claro pajizo, tripinnatisectas que muestran en las pinnas medias, pinnulas distales, como mucho pinnatífidas. Estas últimas en general linear lanceoladas, sobre todo en el ápice de la fronde. Segmentos de las pinnulas con algunos dientes subemarginados en cuyo seno terminan las nerviaciones.

*Cystopteris diaphana*: frondes eglandulares bi-tripinnatisectas con pecíolo generalmente castaño claro pajizo. Indusio con frecuencia glandular. Segmentos de las pinnulas con abundantes dientes emarginados en cuyo seno terminan las nerviaciones. Perisporio con espinas coalescentes al microscopio óptico (lagunar).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El material utilizado para el estudio, tanto citológico como morfológico, se recoge en el apéndice 1 y se encuentra depositado en el herbario personal de los autores, salvo los tipos, depositados en diversos herbarios.

Las coordenadas se muestran en Datum WGS84 similar al ETRS89, y en formato de posición MGRS.

Para realizar las medidas y el análisis citológico se usó un microscopio Leica DM 750 y cámara Leica ICC50 W asociada al software para iPad, Leica AirLab ver. 2 App. También se usó un ocular micrométrico graduado para la obtención de los datos micromorfológicos.

Por lo que se refiere al estudio de la longitud de las células guarda de los estomas, seguimos, básicamente, las pautas señaladas por BENNERT & al. (1989:313). Para ello, procedimos a decolorar las pinnas medias de material prensado, en solución de hipoclorito sódico durante 24 horas, para, posteriormente, proceder a su deshidratación, en soluciones alcohólicas (30-96%). Finalmente, el material fue incluido en DPX “Scharlau”, con el fin de proceder a su estudio. Las dimensiones se obtuvieron con un aumento de 400 x.

En el caso de la longitud del exosporio, se procedió a la inclusión del contenido de esporangios maduros en DPX sin tratamiento alguno. La toma de medidas se realizó con un aumento de 1000 x, siguiendo las pautas de, entre otros autores, PTÁČEK (2018:25). En el presente estudio no se han incluido individuos hibridógenos, habiéndose excluido los mismos, por observación de un contenido esporangial con un elevado número de esporas abortadas. En todos los casos, el número de medidas fue de 30 por muestra. Los resultados de este estudio se expresan como la media y el intervalo de la media más menos dos veces la desviación típica, o bien se indica la media y la desviación típica.

El análisis estadístico de los datos para este estudio se generó tanto con Microsoft Excel como utilizando el software *Real Statistics Resource Pack* (Versión 8.7, 2013-2023) Charles Zaiontz [www.real-statistics.com].

Usamos la prueba ampliada de Shapiro-Wilk (versión de Royston) para la normalidad y la de Levene (homocedasticidad) para determinar si se satisfacen los criterios de la prueba ANOVA o los de pruebas no paramétricas como Kruskal-Wallis, para un nivel de confianza del 95%. Además, se ha tenido en cuenta la desigualdad en los tamaños de muestra del conjunto de individuos por taxones y por ello se ha preferido aplicar prioritariamente la prueba de búsqueda del nivel de significación ANOVA de Welch y para el contraste post hoc su prueba asociada, Games-Howell. Cumpliéndose la homocedasticidad, pero no claramente la normalidad, se consideró como preferente el análisis mediante la prueba de Kruskal-Wallis, asociada a las pruebas de Nemenyi, Dunn.

Para aproximarnos a los criterios que satisfacen las pruebas de, por un lado, ANOVA de Welch, y por otro, en relación a la homocedasticidad, Kruskal-Wallis, se procedió al ajuste de los datos mediante transformación logarítmica [ $x' = \ln(x)$ ]. En último término también se valoró ANOVA de un factor, con contraste por pares de Tukey HSD. Todas ellas, si procede, tuvieron la corrección de Bonferroni.

Para el análisis citológico, el material fue fijado en Farmer (alcohol absoluto: ácido acético glacial, 3:1) durante 48 horas, entre -5 y -10°C, y posteriormente, siguiendo las pautas indicadas, entre otros, por MANTON (1950), se tiñó con carmín acético al 2%. Previamente a su observación, se procedió al aplastamiento de los esporangios inmaduros teñidos, en ácido acético (solución al 45%).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de las localidades de los individuos analizados y los resultados citogenéticos y micromorfológicos se muestran en el apéndice 1.

### Citogenéticos:

Salvo para los individuos asignables al citotipo octoploide, no se han tenido especiales dificultades a la hora de realizar un conteo del número cromosómico. Así, de esta forma, se ha podido establecer el nivel de ploidía y relacionar “a priori” una macromorfología con los tres niveles (4x, 6x y 8x) señalados para el complejo (VIDA & MOHAY, 1980; DOSTÁL & REICHSTEIN, 1984; HANUŠOVÁ & al., 2019, entre otros). Para ello, se han seguido los criterios marcados por DOSTÁL & REICHSTEIN (1984); PRADA (1986); PÉREZ CARRO (1990); PÉREZ CARRO & al. (2020) y que han sido señalados como “morfortipos” en el apartado de introducción. Los datos citogenéticos obtenidos se muestran en el apéndice 1 mencionado anteriormente.

La figura 1 muestra los resultados del análisis de células madre de esporas de algunos de los especímenes.

### Resultados con relación a *C. fragilis* subsp. *fragilis*

En el trabajo anterior PÉREZ CARRO & al. (2020), encontramos una correspondencia entre este “morfortipo” y el citotipo tetraploide (n=84<sup>II</sup>). En el presente trabajo, se han detectado individuos que han resultado ser hexaploides (n=126<sup>II</sup>) (especímenes 21 a 28 inclusive). Éstos, por carecer o mostrar muy escasos pelos glandulares, no pueden ser adscritos al “morfortipo” *C. fragilis* subsp. *huteri*. Algunos de ellos modifican su indumento en cultivo, aumentando la densidad de pelos glandulares. Los hechos ya se pusieron de manifiesto en nuestro trabajo precedente, sin que hayamos podido determinar su significación y por ello se ha preferido individualizarlos como *C. f.* subsp. *fragilis*? (citotipo 6x).

### Resultados con relación a *C. fragilis* subsp. *dickieana*

Todos los individuos estudiados han resultado tetraploides (n=84<sup>II</sup>). Como ya se ha señalado anteriormente, es el citotipo dominante. A lo ya añadido sobre el otro citotipo, el hexaploide, indicar que éste es señalado del Cap Corse (Córcega) VIANE (2015:151).

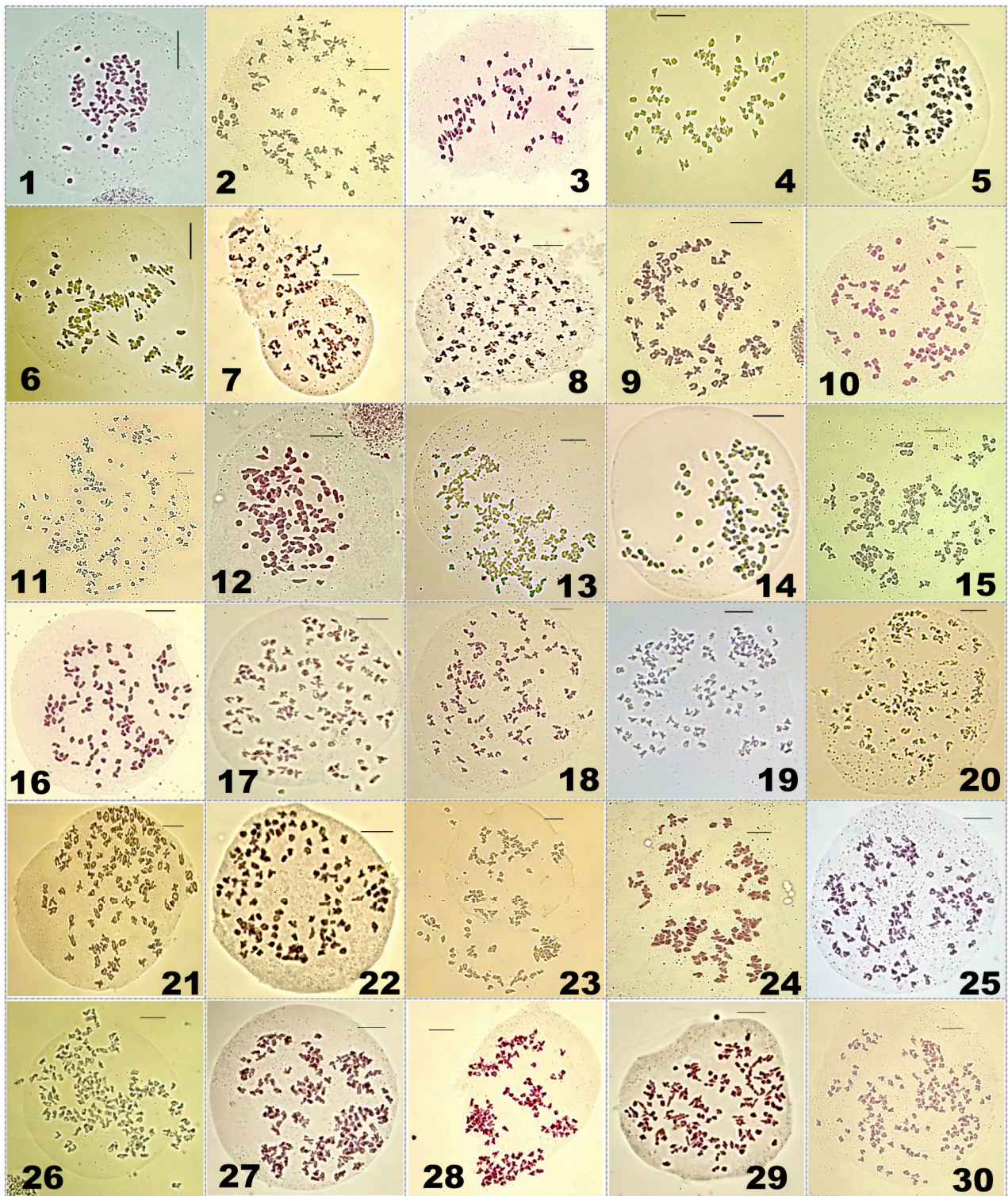
### Resultados con relación a *C. fragilis* subsp. *huteri*

Si bien la característica, que hasta ahora ha guiado la determinación de este taxon, era la glandulosidad, en este segundo estudio, se han detectado las dos siguientes identidades desde el punto de vista citológico:

Un primer grupo de individuos tetraploides (n=84<sup>II</sup>) (ver especímenes 55 a 71). Sus localidades de origen están centradas en Pirineos. Es necesario señalar, que RASBACH, REICHSTEIN & SCHNELLER (in DOSTÁL & REICHSTEIN, 1984:195) indican para esta identidad con pelos glandulares, el nivel tetraploide, sobre material alpino (Dolomitas).

Un segundo grupo de individuos hexaploides (n=126<sup>II</sup>) (ver especímenes 29 a 39) como los que ya fueron detectados en el estudio anterior. Se corresponden en este caso con localidades propias del sistema Ibérico. También habían sido detectados en otros sistemas del centro y sur peninsular PÉREZ CARRO & al. (2020).

Ambos grupos muestran diferencias en sus rasgos macromorfológicos, pero es, sobre todo, en el ámbito micromorfológico, donde se encuentran las diferencias que dan consistencia a su determinación.



**Fig.1.** Microfotografías de células madre de esporas en meiosis I, de algunos de los especímenes estudiados: **4x**: 1- *C. fragilis* subsp. *fragilis* n= 84<sup>II</sup>, (especímen 19); 2- *C. f.* subsp. *fragilis* n= 84<sup>II</sup>, (especímen 2); 3- *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 4x) n=84<sup>II</sup>, (especímen 62); 4- *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 4x) n=84<sup>II</sup>, (especímen 65); 5- *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 4x) n=84<sup>II</sup>, (especímen 67); 6- *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 4x) n=84<sup>II</sup>, (especímen 68); 7- *C. f.* subsp. *dickieana* n=84<sup>II</sup>, (especímen 75); 8- *C. f.* subsp. *dickieana* n=84<sup>II</sup>, (especímen 93); 9- *C. f.* subsp. *dickieana* n=84<sup>II</sup>, (especímen 96); 10- *C. f.* subsp. *dickieana* n=84<sup>II</sup>, (especímen 95); **6x**: 11- *C. diaphana* n=126<sup>II</sup>, (especímen 44); 12- *C. diaphana* n=126<sup>II</sup>, (especímen 54); 13- *C. diaphana* n=126<sup>II</sup>, (especímen 41); 14- *C. diaphana* n=126<sup>II</sup>, (especímen 45); 15- *C. diaphana* n=126<sup>II</sup>, (especímen 48); 16- *C. alpina* n=126<sup>II</sup>, (especímen 106); 17- *C. alpina* n=126<sup>II</sup>, (especímen 108); 18- *C. alpina* n=126<sup>II</sup>, (especímen 99); 19- *C. f.* subsp. *fragilis* (citotipo 6x) n=c.126<sup>II</sup>, (especímen 24); 20- *C. f.* subsp. *fragilis* (citotipo 6x) n=126<sup>II</sup>, (especímen 28); 21- *C. f.* subsp. *fragilis* (citotipo 6x) n=126<sup>II</sup>, (especímen 21); 22- *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x) n=c.126<sup>II</sup>, (especímen 39); 23- *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x) n=c.126<sup>II</sup>, (especímen 35); 24- *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x) n=c.126<sup>II</sup>, (especímen 36); 25- *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x) n=126<sup>II</sup>, (especímen 30); **8x**: 26- *C. f.* subsp. *pseudoregia* n=c.168<sup>II</sup>, (especímen 117); 27- *C. f.* subsp. *pseudoregia* n=c.168<sup>II</sup>, (especímen 115); 28- *C. f.* subsp. *pseudoregia* n=c.168<sup>II</sup>, (especímen 116); 29- *C. f.* subsp. *pseudoregia* n=c.168<sup>II</sup>, (especímen 112); 30- *C. f.* subsp. *pseudoregia* n=c.168<sup>II</sup>, (especímen 111). Barra de escala 10 µm.

### Resultados con relación a *C. diaphana*

Los individuos analizados por nosotros han resultado ser hexaploides ( $n=126^{II}$ ). Otros autores, tal y como ya hemos recogido anteriormente, señalan que es el citotipo dominante en Europa y Macaronesia, con una excepción para Portugal (Serra do Caramulo) (QUEIRÓS & al. 1988).

### Resultados con relación a *C. alpina*

Se vuelve a confirmar con nuestro estudio, que el citotipo dominante en Europa para esta especie, es el hexaploide ( $n=126^{II}$ ). Hay que recordar que se ha detectado el citotipo tetraploide, para esta especie, en Macedonia (HANUŠOVÁ & al., l.c.).

### Resultados con relación a *C. fragilis* subsp. *pseudoregia*

Hasta ahora solo habíamos tenido la oportunidad de analizar material del occidente de la cordillera Cantábrica. El material analizado del oriente de la misma, el propio del sistema Ibérico y el pirenaico, vuelven a confirmar, para el presente taxon, el nivel octoploide ( $n=c.168^{II}$ ). Los resultados son coincidentes con los señalados en JESSEN (2023). Existen también menciones al citotipo octoploide para *C. fragilis* subsp. *fragilis* y para *C. alpina* por parte de HANUŠOVÁ & al. (2019).

### Micromorfológicos

En cuanto a la **longitud del exosporio**, los datos son como sigue y están agrupados por especies en la figura 2.

Los resultados de los análisis de acuerdo con las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene son:

Kruskal-Wallis ( $\chi^2 = 1479,8$ , d.f.=7,  $p=0$ ); ANOVA de Welch [ $F(7, 1244,5) = 357,4$ ,  $p=0$ ]. Con menor consistencia, por la falta de normalidad, los resultados de la prueba ANOVA de un factor son [ $F(7, 3442) = 364,83$ ,  $p=0$ ].

Todas ellas, por lo tanto, detectaron significación.

Las comparaciones post hoc entre parejas/grupos son como sigue:

La prueba de Nemenyi (Kruskal-Wallis) señala que las parejas *C. f. subsp. dickieana* – *C. f. subsp. huteri* (citotipo 4x) [ $p=0,07$ ] y *C. f. subsp. dickieana* – *C. f. subsp. diaphana* [ $p=0,66$ ] no muestran diferencia significativa ( $p>0,05$ ). Tampoco difieren significativamente las parejas formadas por *C. f. subsp. fragilis* (citotipo 6x) – *C. alpina* [ $p=0,13$ ], ambos son hexaploides; ni la pareja *C. f. subsp. huteri* (citotipo 6x) – *C. f. subsp. pseudoregia* [ $p=0,83$ ].

La prueba de Dunn (Kruskal-Wallis) reduce la no significación a las parejas: *C. f. subsp. dickieana* – *C. diaphana* y *C. f. subsp. huteri* (citotipo 6x) – *C. f. subsp. pseudoregia*. Aunque las parejas *C. f. subsp. dickieana* – *C. f. subsp. huteri* (citotipo 4x) [ $p=0,0036$ ] y *C. f. subsp. fragilis* (citotipo 6x) – *C. alpina* [ $p=0,007$ ] difieren significativamente de forma escasa.

Los resultados de Games-Howell (ANOVA de Welch) son semejantes.

Todas las demás comparaciones por parejas son significativas en sus diferencias.

Tal y como ya señalábamos y recogíamos de diversas fuentes en el trabajo precedente, PÉREZ CARRO & al. (2020), el uso de la longitud del exosporio como carácter diagnóstico, que además permita deducir el nivel de

ploidía, es cuando menos confuso, debido a que los intervalos se solapan y a que existen individuos con valores atípicos. Ver ejemplos en el listado como sigue:

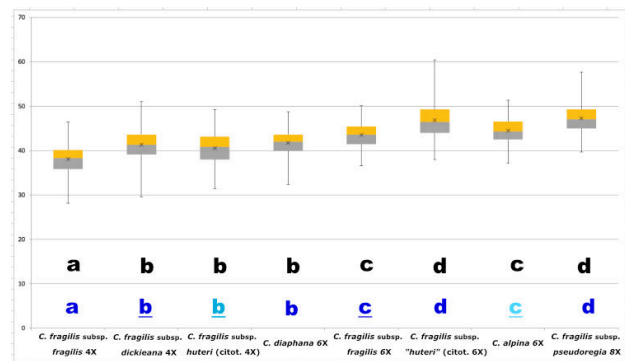
*C. f. subsp. huteri* (citotipo 4x): especímenes 65, 66, 67 y 69, con valores que podrían entrar en los intervalos de citotipos hexaploides (como los propios de *C. alpina*).

*C. f. subsp. dickieana* (4x): especímenes 82 y 90, como más significativos, con valores superiores a la media. Se remarca que *C. diaphana*, hexaploide, muestra un intervalo más propio de un tetraploide, con la excepción de los especímenes 41, 46 y 53, y por ello, entra en conflicto con el taxon de este apartado.

*C. f. subsp. fragilis* (citotipo 6x): espécimen 26 y en menor medida 24 y 25 con valores bajos para su nivel de ploidía. Respecto de este grupo de individuos, carentes de glandulosidad alguna o con escasos pelos, hay que indicar que nos encontramos con pocas herramientas para realizar una correcta determinación, pues si bien algunos de ellos modifican, incrementando, su glandulosidad en cultivo, se hace conflictivo incluirlos en *C. f. subsp. huteri* (citotipo 6x) dado su tamaño espectral inferior al propio de este último taxon.

*C. alpina* (6x): especímenes 101 y sobre todo 107, con valores bajos para su nivel de ploidía.

*C. f. subsp. huteri* (citotipo 6x): espécimen 39 y *C. f. subsp. pseudoregia* (8x): espécimen 117, ambos con valores bajos para su nivel de ploidía.



**Fig. 2.** Diagrama de cajas y bigotes de la longitud del exosporio ( $\mu\text{m}$ ). Las letras indican los resultados como sigue: en negro Kruskal-Wallis: prueba de Nemenyi; en azul Kruskal-Wallis: pruebas de Dunn y ANOVA de Welch: Games-Howell. Los taxa etiquetados con la misma letra no difieren significativamente ( $p>0,05$ ). Los subrayados y con tonalidad más suave difieren, pero solo ligeramente, ver explicaciones en el texto.

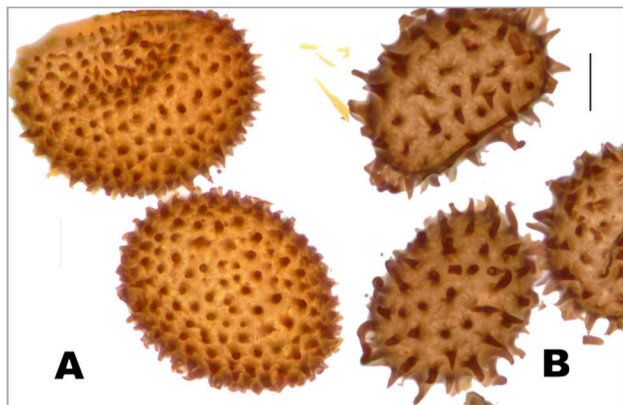
Por último, hay que destacar que la combinación de los datos micromorfológicos (ver diagrama de dispersión- fig. 5) resuelve la mayor parte de las situaciones ambiguas que se han señalado.

Con respecto a la ornamentación del perisporio, no se han encontrado tránsitos o situaciones intermedias entre la modalidad equinulada y la constituida por pliegues con superficie granulosa “rugosa” propia de *C. f. subsp. dickieana*, como así lo indican (BERG,1992; ØLLGAARD & TIND, 1993; TENNANT, 1996).

Tampoco se han observado excepciones a la muy típica ornamentación de espinas lagunares propia de *C. diaphana*.

Por otro lado, sí que parece que podría tener significación la densidad de espinas en el perisporio, que aumenta con el nivel de ploidía (figura 3, donde se comparan las

dos situaciones extremas, 8x frente a 4x) como así es señalado por JERMY & al. (1971), entre otros autores. Para terminar, se agrega la tabla 1, donde se comparan los tamaños esporales obtenidos en el presente estudio y los obtenidos por otros autores.



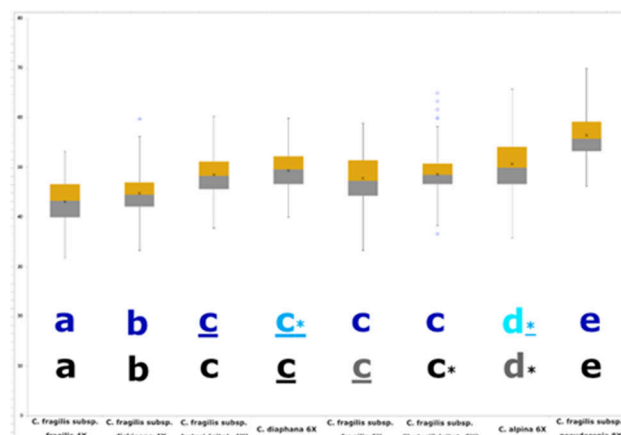
**Fig. 3.** Microfotografía ornamentación perisporio de: **A.-** *C. f.* subsp. *pseudoregia* 8x, espécimen 119; **B.-** *C. f.* subsp. *fragilis* 4x, espécimen 20. Obtenidas mediante apilamiento de una sucesión de imágenes. Barras de escala= 10 µm.

En cuanto a la **longitud de las células guarda**, los datos de cada espécimen se encuentran también recopilados en el apéndice 1. Los datos, agrupados por especies, se muestran en la figura 4.

Se agrega además la tabla 2, donde se comparan los tamaños de las células guarda obtenidos en el presente estudio y los obtenidos por otros autores.

De acuerdo con las implicaciones que determinan las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, los resultados de las pruebas de significación aplicadas son como sigue:

ANOVA de Welch [F(7,1263,4)=405,9 ,p=0] ; la prueba Kruskal-Wallis no se ha considerado en primer lugar pues no hay homogeneidad de varianzas; no obstante, sus resultados son ( $\chi^2=1412,5$ , d.f.=7, p=0,000). En cualquier caso, todas ellas indican una diferencia significativa entre los grupos analizados.



**Fig. 4.** Diagrama de cajas y bigotes de la longitud de las células guarda (µm). Las letras en la parte inferior indican los resultados de las pruebas tanto ANOVA de Welch (contraste Games-Howell) en azul, como de Kruskal-Wallis (contraste Nemenyi) en negro). Los grupos etiquetados con la misma letra no difieren significativamente (p > 0.05). Los subrayados y/o con asterisco, con tonalidad más suave difieren, pero solo ligeramente, ver explicaciones en el texto.

LONGITUD EXOSPORIO (µm)								
Fuente	<i>C. fragilis</i> 4x	<i>C. dickieana</i> 4x	<i>C. huteri</i> 4x	<i>C. diaphana</i> 6x	<i>C. fragilis</i> 6x	<i>C. alpina</i> 6x	<i>C. huteri</i> 6x	<i>C. pseudoregia</i> 8x
1	33,2-38,1-41,8	37,2-41,4-47,4	36,2-40,5-43,8	39,5-41,7-44	41,7-43,5-47,2	40,9-44,4-47,1	43,2-46,8-51,1	44,5-47,2-51,3
2	40-42,7-44,4					40,5-45-47,8	45,7-48,1-50,8	45,7-49,1-52,3
3		41,7 – 42,3						
4	[27-]33-42[-48]	[30-]36-42[-48]				[28-]36-48[-54]		[33-]39-54[-60]
5		43-44						
6							c. 50	
7	35-55	37-50		36-50		45-50	45-55 (60)	
8						42-48		49,9-52,4-58,6
9	36-44,4-55	42-49-56		41-42,2-44				

**Tabla 1.** Tabla comparativa del tamaño esporal (longitud del exosporio en µm) de los diferentes individuos analizados, -determinados de acuerdo a sus rasgos macromorfológicos y nivel de ploidía (ver apéndice 1)-, con los datos presentes en la bibliografía consultada. **1-** datos propios ( $\bar{X}$  mínima -  $\bar{X}$  de medias -  $\bar{X}$  máxima); **2-** PÉREZ CARRO & al., 2020:48; **3-** KRAUSE & al., 1999:231, ( $\bar{X}$  mínima -  $\bar{X}$  máxima); **4-** DOSTÁL & REICHSTEIN, 1984; **5-** TENNANT, 1996:138; **6-**TENNANT, 2017:260; **7-** PRADA, 1986 y PRADA & SALVO, 1985:466; **8-** JESSEN, 2023:7-9 (valores medios y  $\bar{X}$  mínima -  $\bar{X}$  de medias -  $\bar{X}$  máxima); **9-** GUREYEVA & al., 2015:10 (valor mínimo-  $\bar{X}$  - valor máximo).

LONGITUD CÉLULAS GUARDA (µm)								
Fuente	<i>C. fragilis</i> 4x	<i>C. dickieana</i> 4x	<i>C. huteri</i> 4x	<i>C. diaphana</i> 6x	<i>C. fragilis</i> 6x	<i>C. alpina</i> 6x	<i>C. huteri</i> 6x	<i>C. pseudoregia</i> 8x
1	39,7-43,1-46,8	41,2-44,8-49,3	43,7-48,5-56,2	44,8-49,3-53,9	43,8-47,8-54	45,7-50,7-58,8	46,4-48,6-51,3	52,6-56,4-62,3
2	42,7-44,5-46,3					46,1-48,7-52,1	47-50,9-53,4	51-57,4-64,5
3		42,8 – 45,2						

**Tabla 2.** Tabla comparativa del tamaño de los estomas (longitud de células guarda en µm) de los diferentes individuos analizados, clasificados de acuerdo con sus rasgos macromorfológicos y nivel de ploidía (ver apéndice 1). Cotejo de nuestros datos con los escasos datos presentes en la bibliografía consultada. **1-** datos propios ( $\bar{X}$  mínima-  $\bar{X}$  de medias-  $\bar{X}$  máxima); **2-** PÉREZ CARRO & al., 2020:49; **3-** KRAUSE & al., 1999:231 ( $\bar{X}$  mínima -  $\bar{X}$  máxima).

Las pruebas post hoc aplicadas muestran los siguientes resultados:

Tanto Games-Howell (ANOVA de Welch) como Nemenyi (Kruskal-Wallis) coinciden en mostrar que hay diferencias significativas entre las parejas analizadas **excepto**:

**GAMES-HOWELL**

No hay significación entre *C. f.* subsp. *fragilis* (citotipo 6x) y *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 4x) y entre este último y *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x).

Y entre *C. diaphana* 6x y *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x). Las diferencias menores se dan entre:

*C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 4x) y *C. diaphana* 6x [ $p=0,037$ ] (ver en el diagrama con una tonalidad más clara y subrayadas las etiquetas). Y entre este último y *C. alpina* 6x [ $p=0,042$ ] (ver en el diagrama con una tonalidad más clara y con un asterisco).

La pareja *C. alpina*–*C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x) se muestra claramente diferente.

#### NEMENYI

No hay significación entre *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 4x) y los tres siguientes: *C. f.* subsp. *fragilis* (citotipo 6x); *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x); *C. diaphana* 6x.

Tampoco se distinguen las 2 siguientes parejas: *C. diaphana* 6x de *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x) y *C. diaphana* 6x de *C. alpina* 6x.

Las diferencias menores (ver en el diagrama con una tonalidad más clara) se dan entre:

*C. f.* subsp. *fragilis* (citotipo 6x) y *C. diaphana* 6x [ $p=0,003$ ]; *C. alpina* y *C. f.* subsp. *huteri* (citotipo 6x) [ $p=0,005$ ] remarcado con un asterisco.

Todas las demás parejas resultan significativamente diferentes en sus medianas (Nemenyi).

De este modo, el tamaño de las células guarda, pone de manifiesto la semejanza de datos entre todos los citotipos hexaploides. Además, fomenta la correlación con su nivel de ploidía, de *C. diaphana*, dado que tomando como referencia la longitud del exosporio, este taxon muestra valores confusos, más propios del nivel tetraploide. Contribuye así, a su caracterización.

Por otro lado, contribuye a la identificación de aquellos individuos tetraploides que se manifiestan densamente glandulares (*C. f.* subsp. *huteri* [citotipo 4x]), pues éstos muestran longitudes de células guarda superiores a lo propio de su nivel de ploidía; el tamaño esporal, sin embargo, es el propio de su nivel de ploidía, remarcando su diferenciación respecto del citotipo hexaploide (*C. f.* subsp. *huteri* [citotipo 6x]). Este hecho quizás esté relacionado con una posible relación/adaptación entre la longitud de las células guarda y un ambiente que, por altitud y exposición a la radiación y/o estrés por sequía, contribuya a la adopción de este rasgo. En este sentido, recoger los comentarios de MONSERRAT (1953:223), sobre el hábitat distinto entre los individuos asignables a lo que hoy conocemos como *C. alpina* y los propios de *C. f.* subsp. *huteri* (presumiblemente como los estudiados por nosotros). Hechos correlacionados son reflejados por ejemplo en HOLLAND & al. (2009). Los demás taxa analizados no dan pie a estas conjeturas.

Así, el uso, como carácter discriminatorio, de la longitud de las células guarda, es útil, tanto para distinguir/caracterizar a determinadas especies, como para deducir su nivel de ploidía, aunque no sin alguna dificultad, que puede resolverse con el uso combinado de este microcarácter y el de la longitud del exosporio, con las siguientes excepciones (ver especímenes 82 y en menor medida 92 para *C. f.* subsp. *dickieana*; especímenes 63 y en menor medida 70 para *C. f.* subsp. *huteri* [citotipo 4x]; espécimen 101 para *C. alpina*; espécimen 43 para *C. diaphana*; especímenes 24 y en menor medida 26 y 27 para *C. f.* subsp. *fragilis* [citotipo 6x]).

Este uso combinado queda reflejado en el diagrama de dispersión mostrado en la figura 5.

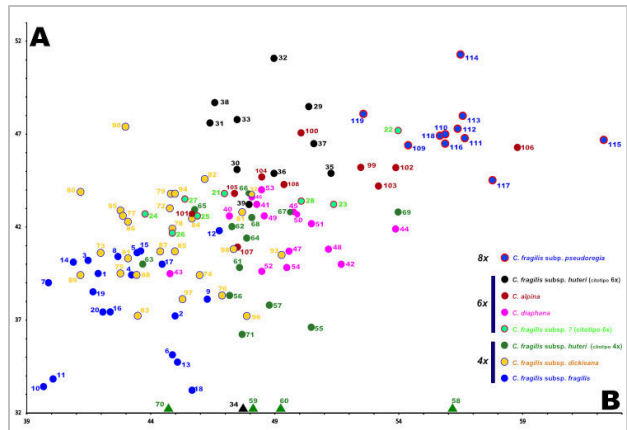


Fig. 5. Gráfico-diagrama de dispersión. A: Long. exosporio; B: Long. cél. guarda. Símbolos: ver leyenda ▲: especímenes sin esporas maduras. La numeración está correlacionada con los especímenes del apéndice 1.

#### Discusión e información finales

Los datos anteriormente señalados, determinan la necesidad de distinguir, dentro del grupo de individuos con pelos glandulares, dos identidades. Por ello, nos vimos en la tesitura de identificar el tipo de *C. f.* subsp. *huteri*, recurriendo para ello al herbario de Huter, donde Hausman, supuestamente, tipifica el taxon tratado. Ni el Dr. Thomas Wilhalm conservador del Herbario BOZ, donde actualmente se encuentra la colección Rupert Huter, ni el Dr. Michael Thalinger, responsable de Herbario IBF, donde se encuentran duplicados y pliegos de Hausman, han localizado tipo alguno de *Cystopteris fragilis* var. *huteri* Hausm. ex Milde.

El material que permite la descripción de *C. fragilis* subsp. *huteri* es señalado de los Alpes Dolomitas; “Tirol: Pustertbal. In rup. dolomit. (Huter)”, MILDE (1867:149). De localidad próxima, Pragser-Sees, RASBACH & al. (cf. DOSTÁL & REICHSTEIN, 1984:195) detectan para este taxon el citotipo tetraploide. Además, en la descripción que hacen estos autores del taxon que tratamos, se proporcionan ciertos datos -frondes de hasta 18 cm, con secciones secundarias pequeñas y finamente dentadas-, rasgos que interpretamos son semejantes a los que muestran los materiales estudiados por nosotros de Pirineos. Así, podría existir, también, una correlación de tipo biogeográfico entre ambos materiales (Alpes Dolomitas y Pirineos). Sin el acceso a un material tipo que estudiar y del que se haya podido testar su citotipo, se prefiere retrasar escoger neótipo para *C. fragilis* subsp. *huteri*.

Sin embargo, con todos los datos, identificamos como diferentes en el ámbito macromorfológico, micromorfológico (longitud del exosporio), citológico y biogeográfico, el resto de los materiales con pelos glandulares unicelulares que hemos estudiado del interior peninsular. Recoger, por ultimo, el comentario sobre *C. huteri* de BLASDELL (1963:41) –with a dissected appearance somewhat resembling that of “*C. × alpina*” macroscopically but lacking emarginate teeth–.

## CONCLUSIONES

La vía propuesta en el trabajo anterior para investigar, que algunas de las formas hexaploides con morfología propia de *C. fragilis* subsp. *fragilis*, pudieran ser variantes de *C. fragilis* subsp. *huteri*, escasamente glandulares, sigue sin una respuesta clara. La identificación de estos hexaploides no está siempre respaldada por una combinación característica de tamaños (longitud) esporal y estomático. Ante las dificultades en la determinación de estos individuos, sugerimos que el nivel taxonómico más acorde sea el subespecífico para las formas hexaploides de *C. fragilis* subsp. *huteri*.

Se reafirma/confirma el nivel tetraploide para *C. fragilis* subsp. *fragilis* y el hexaploide para *C. alpina*.

Se confirma una vez más la correspondencia entre el “morfortipo” asignado a *C. fragilis* subsp. *pseudoregia* y el nivel octoploide. Se considera adecuado el rango subespecífico para este taxon, dadas las tendencias en el tratamiento taxonómico que se siguen actualmente en el grupo, a pesar de la correspondencia mencionada, de la morfología general y de la combinación de tamaño estomático y esporal.

El uso combinado del tamaño esporal y el estomático, contribuyen a la identificación del citotipo, con muy pocas excepciones; además, ayuda a caracterizar a taxa como *C. fragilis* subsp. *dickieana* o *C. diaphana*. No obstante, es necesario resaltar que la longitud de las células guarda es el carácter más significativo.

El uso combinado mencionado, también contribuye a la identificación de aquellas parejas cuya determinación puede ser compleja como son las siguientes: *C. fragilis* subsp. *fragilis* de *C. fragilis* subsp. *huteri* (citotipo 6x); *C. fragilis* subsp. *fragilis* de *C. alpina* o de *C. fragilis* subsp. *pseudoregia*.

Ambos caracteres micromorfológicos contribuyen a la identificación y segregación de dos identidades dentro del “morfortipo” caracterizado por un indumento glandular: por un lado *C. fragilis* subsp. *huteri* (citotipo 4x) y por otro *C. fragilis* subsp. *huteri* (citotipo 6x). Como conclusión a este respecto y a la espera de estudiar material alpino sobre el que neotipificar el primero, se describe el segundo como sigue:

### *Cystopteris fragilis* subsp. *oromediterraneum* subsp. nov.

**HOLOTYPUS:** [Hs] **Burgos:** cerca del collado de Arobe, 30TWM06505465, 1650 m, 3-VII-2020, Pérez Carro & Fernández Areces, VAL 252782. (Fig. 6 C). **Isotipus:** MA, JBAG

**DIAGNOSIS:** Frondes circa 23,4 cm. longae, lamina breviori petiolo et late atrocastaneo; frondes bi-tripinnatae, frequenter cumulado habitu, pinnulis et maxime earum segmentis, haud vel rare separatis et glandularibus pilis, maxime in harum margine, unicellularibus plerumque abundantibus obtectis. Indusium glabrum. Exosporii longitudo 43,2-47,3-51,1 µm. Cytotipus hexaploideus, in meiosi chromosomatibus n=126<sup>II</sup>.

**DESCRIPCIÓN:** Planta perenne con frondes fasciculadas, naciendo en ocasiones de rizomas largamente rastreros. Frondes de hasta 30 cm de longitud ( $\bar{X}$  = 23,4), de peciolo más corto que la lámina, extensamente castaño oscuro. Lámina oblongo-lanceolada, 2 (3) pinnatisecta, con pelos glandulares pluricelulares muy escasos sobre todo en el raquis y generalmente con abundantes pelos glandulares unicelulares, visibles mejor en los bordes de la misma. Pinnas basales bipinnatisectas con las pinnulas proximales pinnatisectas. Lámina

frecuentemente con aspecto abigarrado, con pinnulas y sobre todo sus segmentos, no o escasamente separados entre sí de forma característica (ver figura 7). Pinnulas desde ovadas a estrechamente lanceoladas, con segmentos anchos, con dientes por lo general agudos, algunos truncados, terminando en ellos la nerviación secundaria.

Soros pequeños con indusio lanceolado, glabro y con el extremo ligeramente fimbriado.

**Micromorfología:** Longitud del exosporio: 43,2-47,3-51,1; Longitud de células guarda: 46,4-49,5-53,4. ( $\bar{X}$  mínima- $\bar{X}$  de medias- $\bar{X}$  máxima)\* en µm. \* -Se han considerado también los individuos de PÉREZ CARRO & al. (2020)

**Nivel de ploidía:** Citotipo hexaploide (n= 126<sup>II</sup>).

***Cystopteris fragilis* subsp. *huteri*** (Hausm. ex Milde) Grint. = *C. fragilis* subsp. *huteri* (Hausm. ex Milde) Prada & Salvo = *C. fragilis* var. *huteri* Hausm. ex Milde in Fil. Eur.: 149 (1867)

**Caracterización morfológica:** Frondes de hasta 25 cm de longitud ( $\bar{X}$  = 15,5); peciolo más corto que la lámina, extensamente castaño oscuro (llega con frecuencia al primer par de pinnas); lámina bipinnada, con pinnulas y sus segmentos espaciados, con división pinnatisecta acentuada sobre todo en próximas al raquis y en las pinnas medias y basales; pinnulas de ovado-lanceoladas hasta incluso estrechamente lanceoladas hacia el ápice de las pinnas y de la lámina (ver figura 7); con abundantes pelos glandulares unicelulares, especialmente visibles en los márgenes; segmentos de último orden de más de 1,5 mm de anchura, oblongos, con dientes agudos, pocas veces truncados, acabando los nervios en el ápice de dichos dientes. Indusio lanceolado, glabro, con el extremo libre frecuentemente fimbriado.

**Micromorfología:** Longitud del exosporio: 36,2-40,5-43,8 ; Longitud de células guarda: 43,7-48,5-56,2. ( $\bar{X}$  mínima- $\bar{X}$  de medias- $\bar{X}$  máxima) en µm.

**Nivel de ploidía:** Citotipo tetraploide (n=84<sup>II</sup>).

**Agradecimientos:** Al Dr. Thomas Wilhalm conservador del Herbario BOZ y al Dr. Michael Thalinge responsable del Herbario, IBF, por su atención. Al Dr. Llorenç Sáez Goñalons por sus inestimables comentarios y ayuda. A D. Antonio Peña Fdez. y Dña. Mª José Blanco Fdez., por la diagnosis latina. Al Dr. Charles Zaiontz promotor del sitio web *Real Statistics Using Excel*, por proporcionar de forma desinteresada, tutoriales y software que complementa a Microsoft Excel.

## REFERENCIAS

- BENNERT, H.W., R.E.G. PICHI SERMOLLI, H. RASBACH, K. RASBACH & T. REICHSTEIN (1989) *Asplenium × helii* Lusina, the valid name for the hybrids between *A. petrarcae* (Guérin) DC. and *A. trichomanes* L. (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*). II. Detailed description and illustrations. *Webbia* 43 (2): 311-337.
- BERG, R.Y. (1992) Sporevariasjon i skandinaviske populasjoner av *Cystopteris fragilis*. - *Blyttia* 50: 143-157.
- BLASDELL, RF. (1963) A Monographic Study of the Fern Genus *Cystopteris*. *Memoirs of the Torrey Botanical Club* 21: 1-102.
- DYER, A.F., J. PARKS & S. LINDSAY (2000) Historical review of the uncertain taxonomic status of *Cystopteris dickieana* R. Sim (Dickie's bladder fern). *Edinburgh Journal of Botany* 57:71 – 81.
- DOSTÁL J. & T. REICHSTEIN (1984) *Cystopteris* In: HEGI, G. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa* Ed. 3 Band1. Teil 1



- (*Pteridophyta*) per Kramer K.U. (edit: ed aut.), Berlin & Hamburg, Germany: Verlag Paul Parey, 192–201.
- EKRÁT, L., J. KOŠNAR, C. ROTHFELS, K. HANUŠOVÁ, O. HORNYCH & T. URFUS (2022) Cytogenetic, geographical, spore type and plastid haplotype data reveal cryptic patterns of species diversity in the cosmopolitan *Cystopteris fragilis* complex (*Polypodiopsida: Cystopteridaceae*). *Botanical Journal of the Linnean Society* 199: 728–739.
- FERRARINI E., F. CIAMPOLINI, R.E.G.P. SERMOLLI & D. MARCHETTI (1986) Iconographia Palynologica Pteridophytorum Italiae. *Webbia* 40:1–201.
- FRASER-JENKINS, C.R. & B.S., PARRIS (2020) Pteridophytes of Turkey - A Revised Checklist and their Relationships to Europe and the West Himalaya. *Indian Journal of Forestry* 43(3):263–284.
- GUREYEVA, I. & K. ALEXANDER. (2015) Spore morphology of the north Asian members of *Cystopteridaceae*. *Grana* 54: 213–235.
- HANUŠOVÁ K., M. ČERTNER, T. URFUS, P. KOUTECKÝ, J. KOŠNAR, C.J. ROTHFELS, V. JAROLÍMOVÁ, J. PTÁČEK & L. EKRT (2019) Widespread co-occurrence of multiple ploidy levels in fragile ferns (*Cystopteris fragilis* complex; *Cystopteridaceae*) probably stems from similar ecology of cytotypes, their efficient dispersal and inter-ploidy hybridization. *Ann Bot.* 123(5):845–855.
- HAUFLER, C. H. & M. D. WINDHAM (1991) New Species of North American *Cystopteris* and *Polypodium* with comments on their reticulate relationships. *Amer. Fern J.* 81: 7–23.
- HOLLAND, N. & A. RICHARDSON (2009) Stomatal Length Correlates with Elevation of Growth in Four Temperate Species. *Journal of Sustainable Forestry* 28:63–73.
- JERMY, A. C. & HARPER, L. (1971) Spore morphology of the *Cystopteris fragilis* complex. *British Fern Gazette* 10(4): 211–213.
- JESSEN, S. (2023) Erstnachweise und Ergänzungen zur Farnflora des Schweizer Kantons Tessin. *Kochia* 16:1–23.
- KESSLER, M. (2021) Was und wo ist *Cystopteris huteri*? *Fern-Folio* 2:8–9.
- KRAUSE, S., H. W. BENNERT & C. THIEX (1999) Verbreitung, Ökologie, Vergesellschaftung und Morphologie von *Cystopteris dickieana* Sim (*Woodsiaceae, Pteridophyta*) in Deutschland. *Tuexenia* 19: 219 - 239.
- LOVIS, J.D. (1977) *Evolutionary Patterns and Processes in Ferns*. In R.D. Preston & H.W. Woolhouse (Eds.), *Advances in Botanical Research* 4: 229–415.
- MANTON, I. (1950) *Problems of Cytology and Evolution in the Pteridophyte*. Cambridge University Press, 316 pp.
- MANTON, I., T. REICHSTEIN (1965) Die Chromosomenzahlen von *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde von Berchtesgaden (Bayern). *Bauhinia* 2:307–312, 331–336.
- MANTON, I., J. D. LOVIS, G. VIDA & M. GIBBY (1986) Cytology of the fern flora of Madeira. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Bot.* 15: 123–161.
- MARCHETTI, D. (2004) Le pteridofite d'Italia. *Ann. Mus. Civ. Rovereto* 19:71–231.
- MILDE, J. (1867) *Filices Europe et Atlantidis, Asiae Minoris et Sibiriae*. A. Felix. Lipsiae.
- MONTSERRAT RECODER, P. (1953) El Turbón y su flora. *Pirineos* 29: 169–228.
- MURPHY, R.J. & F.J. RUMSEY (2005) *Cystopteris diaphana* (Bory) Blasdell (*Woodsiaceae*) – an overlooked native new to the British Isles? *Watsonia* 25: 255–263.
- NARDI, E. (1974) Problemi sistematici e distributivi di «*Cystopteris dickieana*» S.L. in Italia. *Webbia* 29:329–360.
- ØLLGAARD & TIND (1993) *Scandinavian ferns*. Rohodos Copenhagen.
- PARKS, J. (1995) What is *Cystopteris dickieana*? - *Pteridologist* 2: 290–292. London.
- PARKS, J. C., A.F. DYER & S. LINDSAY (2000) Allozyme, spore and frond variation in some scottish populations of the ferns *Cystopteris dickieana* and *Cystopteris fragilis*." *Edinburgh Journal Of Botany* 57: 83–105.
- PÉREZ CARRO, F.J. (1990) *Flora Pteridofítica de la Cordillera Cantábrica y sus estribaciones*. Tesis doctoral. Facultad de Biología, Universidad de León.
- PÉREZ CARRO, F. & M.P. FERNÁNDEZ ARECES (2020) Aportaciones al conocimiento del agregado *Cystopteris fragilis* en España. *Flora Montiberica* 77: 43–51.
- PERONI, A. & G. PERONI (2004) *Cystopteris viridula* (Desv.) Desv. subsp. *cleoae* sottospecie nuova della Macaronesia. *Pagine Bot.* 29: 39–44.
- PPG I. (2016) A community-derived classification for extant lycopods and ferns. *Journal of Systematics and Evolution* 54: 563–603.
- PRADA, C. (1986) *Cystopteris* Bernh. In *Flora Ibérica* vol. I, S. CASTROVIEJO & al. (eds.), Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid. 575 pp.
- PRADA, C. & A.E. SALVO (1985) Notas sobre *Cystopteris* Bernh. *Anales Jard. Bot. Madrid* 41(2): 466.
- PRELLI, R. & M. BOUDRIE (2021) *Les fougères et plantes alliées d'Europe*. Éditions Biotope, Mèze, 528 p.
- PTÁČEK, J. (2018) *Mikroevoluční procesy u Cystopteris fragilis agg.* Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky. Vedoucí práce Urfus, Tomáš.
- QUEIRÓS, M., J. ORMONDE & I. NOGUEIRA (1988) Notas cariológicas e fitogeográficas de algumas *Pteridophyta* de Portugal. I *Acta Bot. Malacitana* 13: 121–140.
- ROTHFELS, C.J., M.A. SUNDUE, L.-Y KUO, A. LARSSON, M. KATO, E. SCHUETTELPELZ, & K.M. PRYER, (2012) A revised family-level classification for eupolypod II ferns (*Polypodiidae: Polypodiales*). *Taxon* 61: 515–533.
- ROTHFELS CJ, M.D. WINDHAM & KM. PRYER (2013) A plastid phylogeny of the cosmopolitan fern family *Cystopteridaceae* (*Polypodiopsida*). *Systematic Botany* 38: 295–306.
- ROTHFELS, C., J. JOHNSON, M.D. WINDHAM & K. PRYER (2014) Low-copy nuclear data confirm rampant allopolyploidy in the *Cystopteridaceae* (*Polypodiales*). *Taxon* 63:1026–1036
- SÁVULESCU, T. (ed.) (1952) *Flora Republicii Populare Române*, Volume 1 Ed. Academiei Republicii Populare Române. Bucuresti.
- SHMAKOV A.I., A.A. BATKIN & A.V. VAGANOV (2018) Synopsis of the genus *Cystopteris* Bernh. (*Cystopteridaceae*). *Ukrainian Journal of Ecology* 8(4):290–297.
- TENNANT, D. J. (1996) *Cystopteris dickieana* R. Sim in the central and eastern Scottish Highlands. *Watsonia* 21(1): 135–139.
- TENNANT, D.J. (2017) *Cystopteris fragilis* subsp. *huteri*, a taxon new to the British Isles and related taxa in the *Cystopteris fragilis* complex: *Cystopteridaceae* (*Polypodiopsida*). *Fern Gaz.* 20(6):255–266.
- VIANE, R. (2015) GEP News 1–18. GEP News.
- VIDA, G. (1974) Genome analysis of the European *Cystopteris fragilis* complex. 1: Tetraploid taxa. *Acta. Bot. Acad. Sci. Hung.* 20:181–192.
- VIDA, G. & MOHAY, J. (1980) Cytophotometric DNA studies in polyploid series of the fern genus *Cystopteris* Bernh. *Acta. Bot. Acad. Sci. Hung.* 26: 455–461.

(Recibido el 8-VIII-2023)  
(Aceptado el 1-IX-2023)

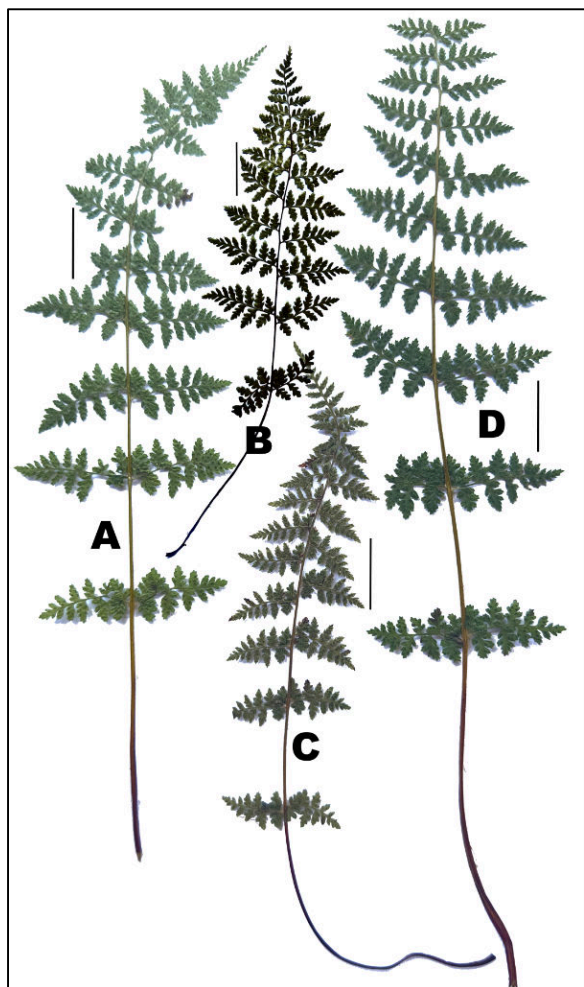


Fig.6. Fotografía de diversas frondes de *Cystopteris fragilis* subsp. *oromediterraneum* subsp. nov.: A.- Espécimen 35; B.- Espécimen 17 (PÉREZ CARRO & al. 2020:51); C.- Espécimen 30 **Holotypus**; D.- Espécimen 38. La numeración está correlacionada con especímenes del apéndice 1. Barras de escala 2 cm.

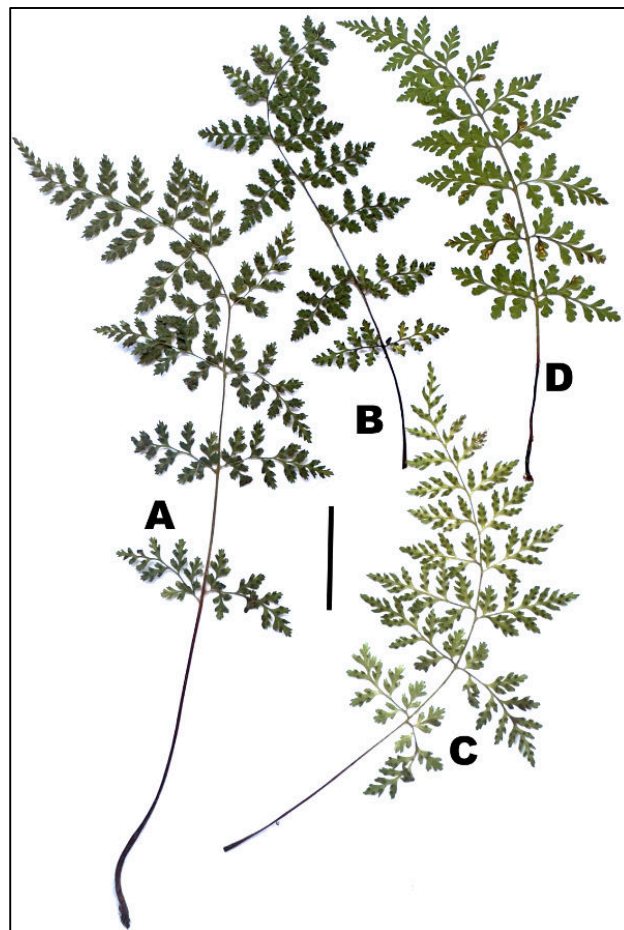


Fig.7. Fotografía de diversas frondes de *Cystopteris fragilis* subsp. *huteri*: A.- Espécimen 67; B.- Espécimen 65; C.- Espécimen 70; D.- Espécimen 71. La numeración está correlacionada con especímenes del apéndice 1. Barra de escala 2 cm.

**APÉNDICE 1.** Localidades de procedencia del material estudiado y datos obtenidos tras su análisis. Significación de la simbología, ver fig. 5.

ESPÉCIMEN	Nº de cromosomas meiosis (n) / NIVEL DE PLOIDÍA	LONGITUD DE LAS CÉLULAS GUARDA en $\mu\text{m}$ ( $\bar{X}$ - $\sigma$ )		LONGITUD DE LA ESPORA en $\mu\text{m}$ ( $\bar{X}$ - $\sigma$ )	
1. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . LUGO: 9TPG08009693, Santo Estevo de Ribas de Miño, 402 m, 26-IV-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	41,9	3,9	39,5	2,4
2. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . LUGO: 29TPG08009693, Santo Estevo de Ribas de Miño, 402 m, 26-IV-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	45,0	2,5	37,2	1,8
3. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . ORENSE: 29TPG70189792, desvío a Candis, 365 m, 24-IV-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	41,5	4,5	40,2	1,9
4. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . ORENSE: 29TPG70189792, desvío a Candis, 365 m, 24-IV-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	43,3	3,7	39,4	1,5
5. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . LEÓN: 30TUN11285359, ca. de Valdecastillo, 1020 m, 18-VI-2021	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	43,5	4,2	40,6	2,5
6. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . LEÓN: 30TUN26635211, ca. de Argovejo, 1030 m, 18-VI-2021	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	44,9	3,3	35,1	2,3
7. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . LEÓN: 30TUN26635211, ca. de Argovejo, 1030 m, 18-VI-2021	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	39,9	4,1	39,0	1,9
8. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . PALENCIA: 30TUN9134 5751, valle glaciar del Valdecebollas arroyo de Canal, 1640 m, 9-VII-2021	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	42,7	2,5	40,4	3,0
9. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . PALENCIA: 30TUN9134 5751, valle glaciar del Valdecebollas arroyo de Canal, 1590 m, 26-VI-2021	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	46,3	2,8	38,1	3,1
10. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . PALENCIA: 30TUN928 75656, ca. de Brañosera arroyo de Canal, 1340 m, 12-VI-2021	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	39,7	3,4	33,4	1,3
11. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . PALENCIA: 30TUN9287 5656, ca. de Brañosera arroyo de Canal, 1340 m, 12-VI-2021	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	40,1	3,4	33,8	1,9
12. ● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . PALENCIA: 30TUN9287 5656, ca. de Brañosera arroyo de Canal, 1340 m, 12-VI-2021	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	46,8	3,0	41,8	2,7

Nuevas aportaciones al conocimiento de algunas de las especies del género *Cystopteris*

13.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . CANTABRIA: 30TUN94136172, ca. de Entrambasaguas, 1110 m, 7-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	45,1	3,8	34,7	2,4
14.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . BURGOS: 30TVN47867323, parque edílico Los Castríos Espinosa de los Monteros, 1360 m, 11-VII-2020	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	40,9	3,9	40,1	2,6
15.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . LA RIOJA: 30TWM08126813, río Calamantio (ca. Tabladas), 870 m, 23-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	43,6	3,6	40,7	1,3
16.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . LA RIOJA: 30TWM0812 6813, río Calamantio (ca. Tabladas), 870 m, 23-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	42,4	3,7	37,4	1,5
17.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . LA RIOJA: 30TWM1037 6372, a unos 2 Km de Viniegra de Abajo, 100 m, 23-V-2022	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	44,5	4,9	40,0	2,2
18.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . LA RIOJA: 30TWM1037 6372, a unos 2 Km de Viniegra de Abajo, 100 m, 23-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	45,7	2,8	33,2	2,0
19.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . HUESCA: 30TYN0278 3816, ca. refugio del barranco Rioseta, 1430 m, 24-VIII-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	41,7	3,9	38,5	2,5
20.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> . BARCELONA: 31TDG1083, Coll de Pal, 2100 m, 21- VIII-2019	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	42,1	2,6	37,4	2,3
21.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> ? (citotipo 6x). PALENCIA: 30TUN91345751, valle glaciar del Valdecebollas arroyo de Canal, 1590 m, 26-VI-2021	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	47,0	4,3	43,8	3,2
22.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> ? (citotipo 6x). LEÓN: 30TTN82256066, Villanueva de la Tercia, 1230 m, 2-VIII-2019	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	54,0	3,0	47,2	1,6
23.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> ? (citotipo 6x). CANTABRIA: 30TVN45567978, bajando pto. Lunada (San Roque de Río Miera), 1040 m, 7-VI-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	51,4	3,1	43,2	2,5
24.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> ? (citotipo 6x). HUESCA: 31TBH96340166, collado antes del barranco de San Adrián, 1780 m, 15-VI-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	43,8	5,0	42,7	1,6
25.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> ? (citotipo 6x). HUESCA: 31TBH96340166, collado antes del barranco de San Adrián, 1780 m, 15-VI-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	45,9	3,5	42,6	2,4
26.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> ? (citotipo 6x). HUESCA: 31TBH96340166, collado antes del barranco de San Adrián, 1780 m, 15-VI-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	44,9	2,9	41,7	2,6
27.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> ? (citotipo 6x). HUESCA: 31TBH96340166, collado antes del barranco de San Adrián, 1780 m, 15-VI-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	45,4	3,6	43,5	1,9
28.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>fragilis</i> ? (citotipo 6x). GRECIA: 34SFH32696797, Rockatreality Enduro Race Pamassos, Arachova, 1200 m, 28-X-2019	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	50,1	2,9	43,4	2,8
29.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . BURGOS: 30TWM06755465, collado de Arobe, 1730 m, 3-VII-2020	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	50,4	4,6	48,5	3,0
30.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . BURGOS: 30TWM06505465, ca. del collado de Arobe, 1650 m, 3-VII-2020	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	47,5	2,1	45,1	2,9
31.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . LA RIOJA: 30TWM16245880, pto. Montenegro (cabecera arroyo de los Royales), 1670 m, 22-V-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	46,4	4,3	47,6	5,1
32.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . LA RIOJA: 30TWM16245880, pto. Montenegro (cabecera arroyo de los Royales), 1670 m, 22-V-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	49,0	6,5	51,1	3,8
33.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . LA RIOJA: 30TWM16245880, pto. Montenegro (cabecera arroyo de los Royales), 1670 m, 22-V-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	47,5	3,9	47,8	2,6
34.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . LA RIOJA: 30TWM16245880, pto. Montenegro (cabecera arroyo de los Royales), 1670 m, 22-V-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	47,9	2,2	Sin_esp.	
35.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . LA RIOJA: 30TWM16245880, pto. Montenegro (cabecera arroyo de los Royales), 1670 m, 22-V-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	51,3	5,5	44,9	2,2
36.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . LA RIOJA: 30TWM16245880, pto. Montenegro (cabecera arroyo de los Royales), 1670 m, 22-V-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	49,0	2,7	44,9	3,2
37.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . LA RIOJA: 30TWM16245880, pto. Montenegro (cabecera arroyo de los Royales), 1670 m, 22-V-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	50,6	2,8	46,5	3,1
38.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . LA RIOJA: 30TWM16245880, pto. Montenegro (cabecera arroyo de los Royales), 1670 m, 22-V-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	46,6	4,5	48,7	3,6
39.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>oromediterraneum</i> . LA RIOJA: 30TWM16245880, pto. Montenegro (cabecera arroyo de los Royales), 1700 m, 10-IX-2021	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	48,0	5,7	43,2	2,1
40.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . PORTUGAL: 29TPG51732356, ca. de Re-bordelo (Vinhais) (río Rabazal), 400 m, 28-IV-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	47,2	2,8	42,6	1,7
41.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . PORTUGAL: 29TPG51732356, ca. de Re-bordelo (Vinhais) (río Rabazal), 400 m, 28-IV-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	48,3	2,6	43,2	2,3
42.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . LUGO: 29TPG08009693, Santo Estevo de Ribas de Miño, 402 m, 26-IV-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	51,7	3,4	40,0	2,8
43.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . LUGO: 29TPG08009693, Santo Estevo de Ribas de Miño, 402 m, 26-IV-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	44,8	2,4	39,5	2,6
44.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . LUGO: 29TPG08009693, Santo Estevo de Ribas de Miño, 402 m, 26-IV-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	53,9	2,9	41,9	2,7

45.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . ORENSE: 29TPH04630092, Nogueira de Ramuín (ca. Os Peares), 130 m, 27-IV-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	49,8	3,4	42,8	1,9
46.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . ORENSE: 29TPH04630092, Nogueira de Ramuín (ca. Os Peares), 130 m, 27-IV-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	48,1	3,3	43,6	2,2
47.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . ORENSE: 29TPG28049622, Abeleda ca. (embarcadero Doade), 240 m, 25-IV-2022	n= c. 126 <sup>II</sup> / 6x	49,6	4,2	40,7	1,6
48.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . ORENSE: 29TPG67189708, O Barco de Valdeorras, 350 m, 24-IV-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	51,2	4,1	40,8	2,9
49.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . ORENSE: 29TPG67189708, O Barco de Valdeorras, 350 m, 24-IV-2022	n= c. 126 <sup>II</sup> / 6x	48,6	3,0	42,6	2,2
50.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . ORENSE: 29TPG67189708, O Barco de Valdeorras, 350 m, 24-IV-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	49,9	4,3	42,7	2,0
51.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . ORENSE: 29TPG67189708, O Barco de Valdeorras, 350 m, 24-IV-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	50,5	4,8	42,2	2,5
52.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . CANTABRIA: 30TVN39308215, camino del nac. del río Pisueña, 417 m, 5-VI-2021	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	48,5	4,4	39,6	2,9
53.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . CANTABRIA: 30TVP69780357, cueva del Covacho Liendo, 30 m, 5-VI-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	48,5	2,5	44,0	1,4
54.	● <i>Cystopteris diaphana</i> . LA PALMA: 28RBS21408895, ca. del barranco de los Franceses, 1000 m, 17-X-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	49,5	3,6	39,8	2,1
55.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). HUESCA: 31TBH80891349, ca. del lbón de Plán, 2000 m, 13-VI-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	50,5	3,1	36,6	1,5
56.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). HUESCA: 31TBH80891349, ca. del lbón de Plán, 2000 m, 13-VI-2022	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	47,2	3,3	38,3	2,6
57.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). HUESCA: 31TBH80891349, ca. del lbón de Plán, 2000 m, 13-VI-2022	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	48,8	3,1	37,8	1,9
58.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). HUESCA: 31TBH80891349, ca. del lbón de Plán, 2000 m, 13-VI-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	56,2	3,2	Sin_esp.	
59.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). HUESCA: 31TBH95800100, barranco de San Adrián, 1900 m, 15-VI-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	48,1	3,3	Sin_esp.	
60.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). HUESCA: 31TBH95800100, barranco de San Adrián, 1900 m, 15-VI-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	49,3	2,4	Sin_esp.	
61.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). HUESCA: 31TBH95800100, barranco de San Adrián, 1900 m, 15-VI-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	47,6	2,7	39,8	2,6
62.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). HUESCA: 31TBH95800100, barranco de San Adrián, 1900 m, 15-VI-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	47,3	4,5	42,0	3,2
63.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). HUESCA: 31TBH95800100, barranco de San Adrián, 1900 m, 15-VI-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	43,7	3,2	40,0	3,6
64.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). BARCELONA: 31TDG10318532, Coll de Pal (cabecera Torrent de Comabella), 2100 m, 7-VIII-2021	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	47,9	4,1	41,4	3,8
65.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). ANDORRA: 31TCH82511520, Canillo pico de Casamanya, 2470 m, 22-VIII-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	45,8	2,2	42,9	1,9
66.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). ANDORRA: 31TCH82511520, Canillo pico de Casamanya, 2470 m, 22-VIII-2022	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	48,0	2,8	43,8	2,7
67.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). ANDORRA: 31TCH82511520, Canillo pico de Casamanya, 2470 m, 22-VIII-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	49,7	3,6	42,8	1,9
68.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). LÉRIDA: 31TCG79037043, Estiviella, 2050 m, 21-VIII-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	48,1	3,3	42,5	1,8
69.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). LÉRIDA: 31TCG79037043, Estiviella, 2080 m, 6-VIII-2021	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	54,0	3,3	42,8	2,9
70.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). GIRONA: 31TDG08228689, Coma de Oriola, 2150 m, 23-VIII-2022	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	44,8	2,7	Sin_esp.	
71.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. huteri</i> (citotipo 4x). GIRONA: 31TDG08228689, Coma de Oriola, 2150 m, 23-VIII-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	47,7	3,5	36,2	2,7
72.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . PORTUGAL: 29TPG5173 2356, ca. de Rebordelo (Vinhais) (río Rabazal), 400 m, 28-IV-2022	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	44,8	2,2	43,0	1,6
73.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . PORTUGAL: 29TPG5173 2356, ca. de Rebordelo (Vinhais) (río Rabazal), 400 m, 28-IV-2022	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	42,0	4,2	40,6	2,0
74.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . PORTUGAL: 29TPG5173 2356, ca. de Rebordelo (Vinhais) (río Rabazal), 400 m, 28-IV-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	46,0	2,9	39,4	4,6
75.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . ORENSE: 29TPG7200 9729, Carballeda de Valdeorras (pr. Sobradelo), 362 m, 24-IV-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	42,8	3,2	39,5	2,1
76.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . ORENSE: 32TLM29829793, desvío a Candís, 360 m, 24-IV-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	46,9	4,1	38,3	2,4
77.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . LEÓN: 30TTN80736225, Camplongo de Arbas, 1200 m, 20-VII-2021	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	42,9	2,8	42,6	3,9
78.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . LEÓN: 30TTN9352, a 1 Km de Vegacervera, 1060 m, 27-V-2022	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	44,9	3,0	41,9	2,8
79.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . LEÓN: 30TTN9352, a 1 Km de Vegacervera, 1060 m, 27-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	44,9	2,1	43,8	2,0
80.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . LEÓN: 30TTN9352, a 1 Km de Vegacervera, 1060 m, 27-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	41,2	3,0	43,9	1,6
81.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . LEÓN: 30TTN92775549, ca. de Felmin, 1100 m, 27-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	47,7	3,8	42,8	2,2
82.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . LEÓN: 30TTN92775549, ca. de Felmin, 1100 m, 27-V-2022	n= c. 84 <sup>II</sup> / 4x	46,2	3,8	44,6	1,9
83.	● <i>Cystopteris fragilis subsp. dickieana</i> . LEÓN: 30TTN92775549, ca. de Felmin, 1100 m, 27-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	43,5	2,2	37,2	3,5

Nuevas aportaciones al conocimiento de algunas de las especies del género *Cystopteris*

84.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LEÓN: 30TTN9172 5759, ca. de Valverdin desv. a Valdeteja, 1130 m, 27-V-2022	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	45,7	4,3	42,5	2,2
85.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LEÓN: 30TTN9172 5759, ca. de Valverdin desv. a Valdeteja, 1130 m, 27-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	45,0	3,1	40,7	3,3
86.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LEÓN: 30TTN9172 5759, ca. de Valverdin desv. a Valdeteja, 1130 m, 27-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	43,1	2,1	42,3	3,0
87.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LEÓN: 30TUN1126 5190, ca. de Remellán, 1000 m, 18-VI-2021	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	44,4	2,7	40,7	2,3
88.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LEÓN: 30TUN25415260, ca. de Crémenes, 1020 m, 18-VI-2021	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	43,4	2,8	39,4	1,4
89.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LEÓN: 30TUN25415260, ca. de Crémenes, 1020 m, 18-VI-2021	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	41,2	2,5	39,4	2,4
90.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . BURGOS: 30TVN5284 7430, muro ca. río la Sía, Espinosa de los Monteros, 830 m, 7-VI-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	43,0	4,1	47,4	2,2
91.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . BURGOS: 30TVN5284 7430, muro ca. río la Sía, Espinosa de los Monteros, 830 m, 7-VI-2022	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	43,1	2,9	40,3	2,5
92.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . BURGOS: 30TVN5284 7430, muro ca. río la Sía, Espinosa de los Monteros, 830 m, 7-VI-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	48,1	2,2	43,7	3,9
93.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . CANTABRIA: 30TVN08455238, apeadero del pto. Pozazal, 990 m, 28-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	49,3	3,8	40,5	2,3
94.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LA RIOJA: 30TWM23956101, ca. de Villoslada de Cameros, 1080 m, 22-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	45,0	3,6	43,8	2,8
95.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LA RIOJA: 30TWM23956101, ca. de Villoslada de Cameros, 1080 m, 22-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	42,8	3,6	42,9	2,2
96.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LA RIOJA: 30TWM13066089, ca. de Viniegra de Arriba, 1150 m, 23-V-2022	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	47,9	3,4	37,2	2,6
97.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . LA RIOJA: 30TWM13066089, ca. de Viniegra de Arriba, 1150 m, 23-V-2022	n= c.84 <sup>II</sup> / 4x	45,3	2,8	38,1	2,7
98.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>dickieana</i> . GUADALAJARA: 30TVL8267, ca. Villacadima, 1350 m, 2-VI-2018.	n= 84 <sup>II</sup> / 4x	47,4	4,1	40,8	2,6
99.	● <i>Cystopteris alpina</i> . LEÓN: 30TUN06246945, ca. de Cebolledo pto. San Isidro, 1600 m, 26-VII-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	52,5	4,4	45,2	2,1
100.	● <i>Cystopteris alpina</i> . LEÓN: 30TUN 17997135, ca. pto. de las Señales (minas Escarlati), 1600 m, 26-VII-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	50,1	4,8	47,1	2,5
101.	● <i>Cystopteris alpina</i> . PALENCIA: 30TUN89885833, comisa de subida al Valdecebollas, 2050 m, 9-VII-2021	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	45,7	4,6	42,7	2,6
102.	● <i>Cystopteris alpina</i> . HUESCA: 31TBH80891349, ca. del Ibón de Plán, 2000 m, 13-VI-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	53,9	5,7	45,2	2,5
103.	● <i>Cystopteris alpina</i> . HUESCA: 31TBH80891349, ca. del Ibón de Plán, 2000 m, 13-VI-2022	n= c.126 <sup>II</sup> / 6x	53,2	5,4	44,2	2,1
104.	● <i>Cystopteris alpina</i> . HUESCA: 31TBH80891349, ca. del Ibón de Plán, 2000 m, 13-VI-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	48,5	5,9	44,7	2,2
105.	● <i>Cystopteris alpina</i> . HUESCA: 31TBH80891349, ca. del Ibón de Plán, 2000 m, 13-VI-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	47,4	4,8	43,8	2,9
106.	● <i>Cystopteris alpina</i> . HUESCA: 31TBH80891349, ca. del Ibón de Plán, 2000 m, 13-VI-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	58,8	2,9	46,3	2,4
107.	● <i>Cystopteris alpina</i> . ANDORRA: 31TCH82511520, Canillo pico de Casamanya, 2470 m, 22-VIII-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	47,5	2,5	40,9	2,0
108.	● <i>Cystopteris alpina</i> . ANDORRA: 31TCH82511520, Canillo pico de Casamanya, 2470 m, 22-VIII-2022	n= 126 <sup>II</sup> / 6x	49,4	2,5	44,3	2,3
109.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . BURGOS: 30TVN4786 7323, parque eólico Los Castrios Espinosa de los Monteros, 1360 m, 11-VII-2020	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	54,4	3,7	46,4	3,3
110.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . BURGOS: 30TVN4786 7323, parque eólico Los Castrios- Espinosa de los Monteros, 1360 m, 11-VII-2020	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	55,9	3,4	47,0	3,3
111.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . BURGOS: 30TVN4786 7323, parque eólico Los Castrios- Espinosa de los Monteros, 1360 m, 11-VII-2020	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	56,7	3,7	46,8	4,0
112.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . LA RIOJA: 30TWM04337781, ca. del pico Cabeza Parda, 1840 m, 18-VII-2020	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	56,4	3,9	47,3	1,6
113.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . LA RIOJA: 30TWM04337781, ca. del pico Cabeza Parda, 1840 m, 18-VII-2020	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	56,6	4,4	48,0	4,1
114.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . LA RIOJA: 30TWM04337781, ca. del pico Cabeza Parda, 1840 m, 18-VII-2020	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	56,5	4,3	51,3	3,3
115.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . LA RIOJA: 30TWM04337781, ca. del pico Cabeza Parda, 1840 m, 18-VII-2020	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	62,3	5,3	46,7	3,0
116.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . LÉRIDA: 31TCG79037049, Estiviella, 1990 m, 6-VIII-2021	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	55,9	2,5	46,5	1,9
117.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . ANDORRA: 31TCH82511520, Canillo pico de Casamanya, 2470 m, 22-VIII-2022	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	57,8	4,2	44,5	2,7
118.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . ANDORRA: 31TCH82511520, Canillo pico de Casamanya, 2470 m, 22-VIII-2022	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	55,7	3,1	46,9	3,3
119.	● <i>Cystopteris fragilis</i> subsp. <i>pseudoregia</i> . ANDORRA: 31TCH82511520, Canillo pico de Casamanya, 2470 m, 22-VIII-2022	n= c.168 <sup>II</sup> / 8x	52,6	3,6	48,1	3,1

NOVEDADES EDITORIALES

Flora Valentina, V (*Rosaceae* - *Zygophyllaceae*) 

Gonzalo Mateo Sanz, Manuel B. Crespo Villalba, Emilio Laguna Lumbreras

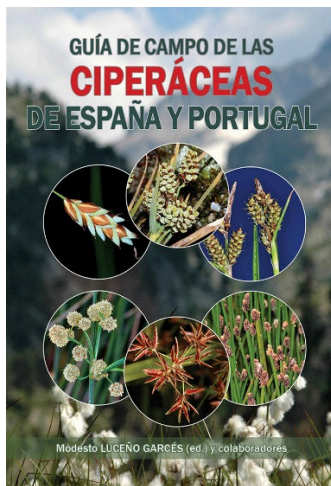
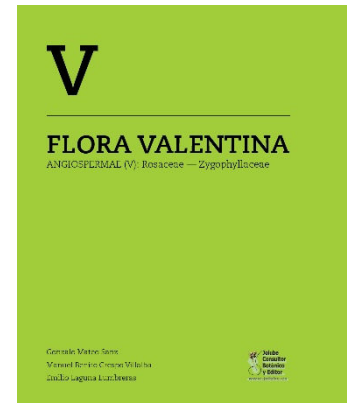
Encuadernación tapa dura cosida, 22 x 27 cm, 260 páginas en **COLOR**

Fecha estimada de lanzamiento: **enero de 2024**

Ed. Jolube

ISBN: 978-84-126656-1-1

PVP: 50€ + envío



Guía de campo de las ciperáceas de España y Portugal 

Modesto Luceño Garcés y colaboradores

*Monografías de Botánica Ibérica*, n° 27

Encuadernación tapa dura 16,5x 24 cm 598 páginas en **color**

Ed. Jolube

Fecha de lanzamiento: **agosto de 2023**

ISBN: 978-84-126656-0-4

PVP: 60€ + envío

Versión en inglés disponible: **Field guide of Spanish and Portuguese sedges (*Cyperaceae*)**

Atlas de semillas de Aragón 

Jorge Pueyo Bielsa, Alicia Cirujeda Ranzenberger y Gabriel Pardo

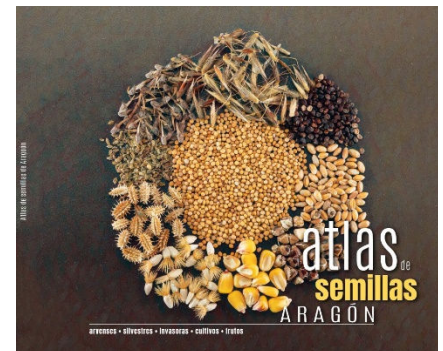
Edita: CITA-Gobierno de Aragón

Encuadernación rústica 24 x 20 cm. 117 pp en **color**.

Fecha lanzamiento: marzo de 2023

ISBN: 978-84-87944-60-4

PVP: 15€ + envío



NUEVA REVISIÓN SINTÉTICA DE LOS GÉNEROS  
*HIERACIUM* Y *PILOSELLA* EN ESPAÑA  
Con referencias a Portugal y Andorra



Gonzalo Mateo, Fermín del Egido & Francisco Gómiz

Nueva revisión sintética de los géneros *Hieracium* y *Pilosella* en España 

Gonzalo Mateo Sanz, Fermín del Egido Mazuelas & Francisco Gómiz García

*Monografías de Botánica Ibérica*, n° 25

Encuadernación rústica, 17 x 24 cm, 336 páginas en **color**

Ed. Jolube

Fecha lanzamiento: **marzo de 2022**

ISBN: 978-84-124463-8-8

PVP: 26,95€ + envío

NOVEDADES EDITORIALES



Plantas tóxicas para rumiantes 

H. Quintas, C. Aguiar, L. M. Ferrer , J.J. Ramos & D. Lacasta

Encuadernación rústica 19 × 24 cm

216 páginas en **COLOR**

Edita: Publicações Ciência e Vida e Instituto Agroalimentario de Aragón

Fecha lanzamiento: **diciembre de 2022**

ISBN: 972-590-103-8

PVP: 22,50€ + envío

Estudio comparativo de las dos versiones del Itinerario Botánico (1812-1813) de Xavier de Arizaga 

Juan Antonio Alejandro Sáenz

*Monografías de Botánica Ibérica, n° 29*

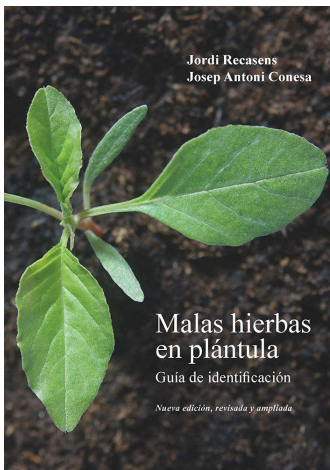
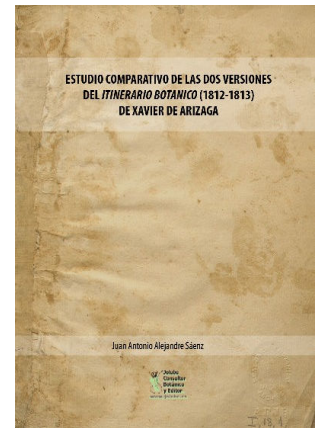
Encuadernación cosida A4. 237 pp.

Ed. Jolube

Fecha lanzamiento: octubre de 2023

ISBN: 978-84-126656-8-0

PVP: 19,95€ + envío



Malas hierbas en plántula. Guía de identificación. 2ª ed. revisada y ampliada

Jordi Recasens & Josep Antoni Conesa

Encuadernación rústica, 17,5 x 24,7 cm, 454 páginas en **COLOR**

Ed. Universitat de Lleida

Fecha lanzamiento: 2021

ISBN: 978-84-914432-4-7

PVP: 40€ + envío

Catálogo de flora de la cuenca endorreica de la laguna de Gallocanta 

Eulàlia Picornell Segura

*Monografías de Botánica Ibérica, n° 24*

Encuadernación rústica 14,8 × 21 cm

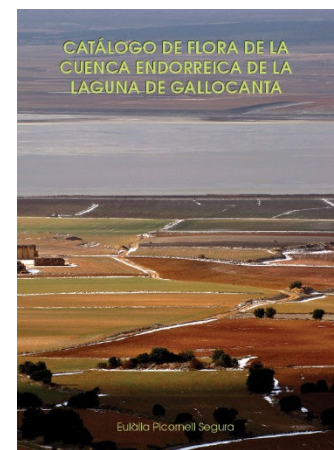
244 páginas en color

Ed. Jolube

Fecha lanzamiento: **octubre de 2022**

ISBN: 978-84-124463-6-4

PVP: 12,50€ + envío



NOVEDADES EDITORIALES

Flora Valentina, IV (*Lamiaceae* - *Rhamnaceae*) 

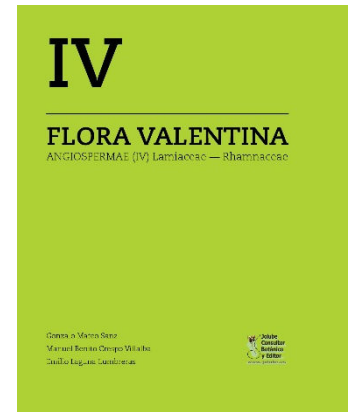
Gonzalo Mateo Sanz, Manuel B. Crespo Villalba, Emilio Laguna Lumbreras

Encuadernación tapa dura cosida, 22 x 27 cm, 362 páginas en **COLOR**  
Ed. Jolube, 2021

Fecha lanzamiento: **enero de 2022**

ISBN: 978-84-121656-9-2

PVP: 60€ + envío



Catálogo de la flora vascular del municipio de Zaragoza 

Samuel Pyke

Monografías de Botánica Ibérica, nº 23

Encuadernación rústica fresada 17x 24 cm. 180 páginas en B/N  
Ed. Jolube, 2021

Fecha lanzamiento: **diciembre de 2021**

ISBN: 978-84-124463-0-2

PVP: 12,50€ + envío

La cara amable de las malas hierbas, 3ª edición (2021) 

*Claves ilustradas para la determinación de los géneros y catálogo de especies*

Alicia Cirujeda, Carlos Zaragoza, María León & Joaquín Aibar

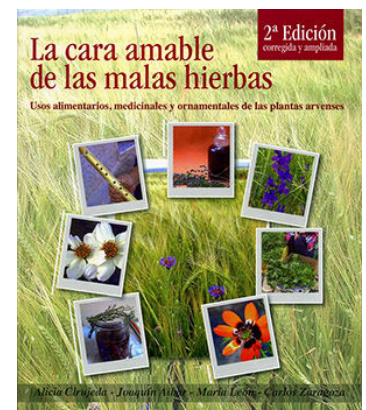
Encuadernación rústica 21 x 25 cm. 256 páginas en **color**

Edita: CITA-Gobierno de Aragón

Fecha lanzamiento: **diciembre de 2021**

ISBN: 978-84-87944-57-4

PVP: 20€ + envío



Las plantas en la cultura tradicional de Ávila: Etnobotánica abulense  

Emilio BLANCO CASTRO

Monografías de Botánica Ibérica, nº 16

Encuadernación rústica 17 x 21,5 cm. 344 páginas en **color**  
Ed. Jolube, 2021

Fecha lanzamiento: mayo de 2015

ISBN: 978-84-943561-0-0

PVP: 28€ + envío