

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA



TESIS DOCTORAL

**APORTACIONES AL CONOCIMIENTO SOBRE LA
DIVERSIDAD DEL GÉNERO GAGEA SALISB.
(LILIACEAE), EN EL SUROESTE PENINSULAR**

María Gutiérrez Esteban

**Programa de Doctorado en Modelización y
Experimentación en Ciencia y Tecnología**

2020



TESIS DOCTORAL

APORTACIONES AL CONOCIMIENTO SOBRE LA DIVERSIDAD DEL GÉNERO GAGEA SALISB. (LILIACEAE) EN EL SUROESTE PENINSULAR

María Gutiérrez Esteban

Programa de Doctorado en Modelización y Experimentación en
Ciencia y Tecnología

2020

Conformidad del Director:

Fdo: Dr. D. Fernando Llera Cid

INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS

Dr. D. Fernando Llera Cid, Doctor Ingeniero Agrónomo, del Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden - Valdequera, CICYTEX (Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura), de la Junta de Extremadura,

CERTIFICA:

Que DÑA. MARÍA GUTIÉRREZ ESTEBAN, ha realizado bajo mi dirección en el Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden - Valdequera, el trabajo titulado: “APORTACIONES AL CONOCIMIENTO SOBRE LA DIVERSIDAD DEL GÉNERO GAGEA SALISB., (LILIACEAE) EN EL SUROESTE PENINSULAR”, el cual se encuentra terminado, es original y cumple los requisitos para ser presentado como Tesis Doctoral.

Y para que así conste, firmo el presente certificado en Badajoz, a 5 de Marzo de 2020.

Fdo. Dr. D. Fernando Llera Cid



El trabajo de investigación que constituye esta tesis doctoral ha dado lugar, hasta ahora, a las siguientes publicaciones:

PUBLICACIONES:

- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M., 2009. **Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 033. *Gagea cossoniana* Pascher.** *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 86-87.
- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M., 2009. **Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 035. *Gagea granatelli* (Parl.)Parl.** *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 93-94.
- Gutiérrez Esteban, M., López Chaparro, J. L. & Vázquez Pardo, F. M., 2009. **Revisión bibliográfica de las aportaciones sobre recuentos cromosómicos en el género *Gagea* Salisb (Liliaceae).** *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 45-58.
- Gutiérrez, M. & Vázquez Pardo, F.M., 2010. **Annotation in IOPB CHROMOSOME: *Gagea*.** *Taxon*, 59(4): 3.
- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M. 2011. ***Gagea extremadurensis* sp. nov. (Liliaceae) nueva especie del SW de la Península Ibérica.** *Folia Botanica Extremadurensis*, 5: 45-61.
- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M. 2011. **Nectaries diversity in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain (Liliaceae), from Extremadura (Spain).** *Folia Botanica Extremadurensis*, 5: 95-99.

EN PREPARACIÓN:

- Gutiérrez Esteban, M. & Martínez, M. **Distribución y ecología de de *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort (LILIACEAE) en Extremadura.**
- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M. **Revisión taxonómica y distribución de *Gagea durieui* Parl. (LILIACEAE).**
- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M^a. **New *Gagea* species from SW Iberian Peninsula.**
- Gutiérrez Esteban, M.; Abel Schaad, D; & Llera, F. **Revision of *Gagea wilczekii* Braun.-Blaq. & Maire group. (LILIACEAE) in North Africa and iberian peninsula.**
- Gutiérrez Esteban, M.; Abel Schaad, D; & Llera, F. **Sinopsis del Género *Gagea* Salisb. (LILIACEAE) en el suroeste peninsular.**

INDICE

ÍNDICE

	Página
Índice de contenidos	11
Abreviaturas	15
<hr/>	
1. Resumen	19
Abstract	20
<hr/>	
2. Justificación General	23
<hr/>	
3. INTRODUCCIÓN	27
Estructura de la tesis	31
El género <i>Gagea</i> Salisb. Kon. & Sims, Ann. Bot. II, 555, 1806	
Antecedentes históricos	33
Relaciones filogenéticas del género <i>Gagea</i> Salisb.	34
Clasificación infragenérica del género <i>Gagea</i> Salisb.	40
Problemática taxonómica	42
Ontogenia: Ciclo de vida	43
Caracteres taxonómicos en el género <i>Gagea</i> Salisb.	47
Estudio de microcaracteres en el género <i>Gagea</i> Salisb.	50
Características anatómicas del género <i>Gagea</i> Salisb.	50
Características palinológicas del género <i>Gagea</i> Salisb.	51
Características cariológicas del género <i>Gagea</i> Salisb.	53
Corología del género <i>Gagea</i> Salisb.	55
Representantes del género <i>Gagea</i> Salisb. en la Península Ibérica	56
Representantes del género <i>Gagea</i> Salisb. en el suroeste de la Península Ibérica	57
<hr/>	
4. OBJETIVOS GENERALES	61
GENERAL AIMS	62

ÍNDICE (continuación I)

	Página
5. MATERIAL Y MÉTODOS	63
5.1. Diseño experimental.	64
5.2. Búsqueda bibliográfica	65
5.3. Área y material de estudio	67
5.4. Recolección y toma de datos	69
5.5. Identificación y caracterización taxonómica	71
5.6. Morfología	71
5.7. Estudios biométricos	72
5.8. Técnicas de microscopía óptica y electrónica	73
5.9. Cariología.	76
5.10. Caracterización corológica, ecológica y fenológica	78
6. RESULTADOS	79
BLOQUE I: COROLOGÍA	81
Capítulo 6.1. Anotaciones Corológicas a la Flora de Extremadura	83
Capítulo 6.2. Corología y ecología de <i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort (Liliaceae) en Extremadura	89
BLOQUE II: CARIOLOGIA	105
Capítulo 6.3. Revisión bibliográfica de las aportaciones sobre recuentos cromosómicos en el género <i>Gagea</i> Salisb (Liliaceae).	107
Capítulo 6.4. Annotation in IOPB CHROMOSOME: <i>Gagea</i>	125
BLOQUE III: ANATOMIA	131
Capítulo 6.5. Nectaries diversity in <i>Gagea elliptica</i> (A.Terrac.) Prain (Liliaceae), from Extremadura (Spain).	133

ÍNDICE (continuación II)

	Página
BLOQUE IV: TAXONOMÍA	141
Capítulo 6.6. <i>Gagea extremadurensis</i> sp. nov. (Liliaceae) nueva especie del SW de la Península Ibérica	143
Capítulo 6.7. New <i>Gagea</i> species from SW Iberian Peninsula	161
Capítulo 6.8. <i>Gagea durieni</i> Parl. (LILIACEAE) en la Península Ibérica y Norte de África	173
Capítulo 6.9. Revisión of <i>Gagea wilczekii</i> Braun-Blaq.-& Maire group (LILIACEAE) in North Africa and the Iberian Peninsula	199
Capítulo 6.10. Sinopsis del género <i>Gagea</i> Salisb (Liliaceae) en el suroeste penínsular	229
<hr/>	
7. DISCUSIÓN.	283
<hr/>	
8. CONCLUSIONES	289
<hr/>	
10. REFERENCIAS	291
<hr/>	
11. INDICE DE FIGURAS	325
<hr/>	
12. INDICE DE TABLAS	331

ABREVIATURAS

abrev.	.....	abreviatura
ap.	.....	apud (abrev. latin.: con; en la publicación de)
aprox.	.....	aproximado, aproximadamente
auct. pl.	.....	auctorum pluribus (abrev. latin.: <i>varios autores</i>)
cit.	.....	citatus (abrev. latin.: citado)
comb.	.....	combinatio (abrev. latin.: combinación)
comb. nov.	.....	combinatio nova (abrev. latin.: combinación nueva)
det.	.....	determinavit (abrev. latin.: identificado)
ed.	.....	editorial
emend.	.....	emendatus (abrev. latin.: cambiado, enmendado)
err. typogr.	.....	errore typographico (abrev. latin.: por un error tipográfico)
<i>et al.</i>	.....	et alii (abrev. latin.: y otros, y colaboradores)
excl.	.....	excljusus (abrev. latin.: excluido)
f.	.....	forma
fam.	.....	familia
fil.	.....	filius (abrev. latin.: hijo)
gen.	.....	género
gnal.	.....	general
gr.	.....	grupo
ib.; ibid.	.....	ibidem. (abrev. latin.: en el mismo lugar)
in adnot.	.....	in adnotatione (abrev. latin.: en una nota; en una anotación)
in litt.	.....	in litteris (abrev. latin.: en correspondencia o imprenta)
mod.	.....	modificado de
nom. conf.	.....	nomen confusum (abrev. latin.: nombre confuso)
nom. dub.	.....	nomen dubium (abrev. latin.: nombre dudoso)
nom. illeg.	.....	nombre ilegítimo
nom. superf.	.....	nomen superfluum (abrev. latin.: nombre superfluo; nombre innecesario)
op.cit.	.....	opus citatum (abrev. latin.: <i>obra citada</i>)
nov.	.....	novus (nuevo, novedoso)
p.e.	.....	por ejemplo
p.p.	.....	página
s. ampl.	.....	sensu amplificato (abrev. latin.: en sentido amplificado)
s. l.	.....	sensu lato (abrev. latin.: en sentido amplio, de forma general)
s. n.	.....	sine número (abrev. latin.: sin número)
Salisb.	.....	Salisbury
sp.	.....	especie
s. s.; s. sgtr.	.....	sensu strict (en un sentido estricto; de forma específica)

s. stricti	.....	sensu strictissimo (en el más estricto sentido)
subfam.	.....	subfamilia
subsp.	.....	subespecie
typ.	.....	typus (abrev. latin.: tipo)
typ. con.	.....	typus conservandus (abrev. latin.: tipo conservado)
v.	.....	visum (abrev. latin.: visto)
var.	.....	varietas (abrev. latin.: variedad)

1. RESUMEN

RESUMEN.

Se realiza una profunda revisión bibliográfica del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae), revisando obras de referencia, evolución histórica del género y problemas taxonómicos que dificultan conocer la diversidad de este género en el suroeste peninsular. Para ello, se estudian los taxones del género *Gagea* Salisb. citados para la Península Ibérica, y especialmente para el Suroeste peninsular, ya sean taxones con amplia distribución o taxones con referencias dudosas. Para conocer los taxones citados, se revisan especialmente las descripciones taxonómicas existentes, descripciones originales, tipificación y materiales originales o del locus tipo.

Complementariamente, se hace una revisión de materiales de herbarios nacionales e internacionales, y una amplia prospección por el Suroeste peninsular. Posteriormente son estudiados, realizando una caracterización completa del material objeto de estudio y comparando sus características y variabilidad con la información previamente recopilada. Sin embargo, debido a la evolución histórica del género, los estudios de identificación tradicionales no son suficientes para este clado, y se hace necesario ampliar los estudios morfológicos con estudios biométricos, o estudio de microcarácteres, incluyendo estudios anatómicos y cariológicos en diversos trabajos realizados.

Algunos de los trabajos previos aportan numerosos datos cariológicos de representantes del género en otras áreas de distribución. Sin embargo, estos datos son poco abundantes en la Península Ibérica, información recopilada y analizada, para comprender las relaciones filogenéticas y los procesos evolutivos del género, principalmente asociados a ploidias. Por esta razón, se realizan trabajos específicos y se incorporan datos cariológicos novedosos a taxones presentes en el territorio peninsular.

Además, existen algunos datos anatómicos o polínicos en estudios previos, que suelen ser incompletos, parciales o a veces inexistentes para los materiales peninsulares, por lo que se han realizado estudios específicos en los taxones presentes en el Suroeste peninsular, que son novedosos para la ciencia.

Se incluyen también resultados de estudios corológicos y se construyen mapas de distribución que, junto a datos ecológicos o poblacionales, son especialmente útiles para conocer el status de conservación de taxones endémicos, singulares, relictos, o en retroceso dentro de su área de distribución natural.

Finalmente, la información recopilada y los resultados obtenidos con estos trabajos, permiten conocer la diversidad del género en el Suroeste peninsular, y tras una identificación contrastada, la descripción de nuevos taxones, previamente desconocidos para el territorio peninsular, y la incorporación de nuevas novedades corológicas.

Palabras clave: *Gagea* Salisb., taxonomía, anatomía, cariología, flora mediterránea.

SUMMARY.

A deep bibliographical review of the *Gagea* Salisb. Genus (Liliaceae) is checked with referenced works, historical evolution and taxonomy problems which complicate the knowledge of this genus. In order to find a solution, the whole and diverse taxonomical group of *Gagea* Salisb genus mentioned to the Iberian Peninsula is studied, particularly in the southwest area, both taxonomies with a broad distribution and taxonomies with unclear references. With the aim of a better understanding of the question, all existing taxonomies, categorization, and original materials or locus type have to be specially reviewed.

A complementary review of the materials belonging to national and international herbariums is made, as well as a large prospection throughout the Southwest of the Iberian Peninsula. Later, these materials are studied, making a complete characterization and comparing characters and variability with the previous saved information. Nevertheless, in spite of the historic evolution of this genus, the traditional way on identification studies to this clade is not enough, so new morphological studies are required, with biometric parameters or micro-character studies, including both karyological and anatomic studies on several finished works.

Some previous works about this genus provide a great deal of karyological data from other distribution areas. However, they are very scarce for the Iberian Peninsula, anyway they have been analyzed and systematized to comprehend the phylogenetical relations and the evolution process associated to ploidies. Furthermore, specific works are conducted to add the newest karyological data to taxonomies of the peninsular territory. Some existing anatomic and pollen data from previous works are often partially incomplete or even inexistent for the Iberian Peninsula, so specific studies have been also performed about present taxonomy on the Southwest of the peninsula, very original to science.

Besides, using chronological studies, distribution maps are builded, with references to ecological or population data, which are particularly useful to analyse the conservation status of endemic, singular, relict or declining taxa inside their natural distribution area.

Finally, the compiled information within these studies allows the knowledge of the diversity of *Gagea* Salisb. genus from the southwestern Iberian Peninsula and, after a carefully matched identification, the description of new taxonomies before unknown in the Iberian Peninsula, and the incorporation of novel chorological data.

Key words: *Gagea* Salisb., taxonomy, anatomy, karyology, chorology, mediterranean flora.

2. JUSTIFICACION

JUSTIFICACIÓN GENERAL

Los estudios de biodiversidad son el fundamento para entender la vida de nuestro planeta, conservarla y enfrentarnos a algunos de los problemas medioambientales actuales, entre ellos, la amenaza y extinción de especies o la pérdida de biodiversidad.

En numerosas ocasiones, diversos estudios científicos han permitido señalar elevados índices de biodiversidad en la Península Ibérica (Médail & Quézel, 1997, 1998; Lobo *et al.*, 2001; García-Barros *et al.* 2002; Benayas & Scheiner, 2002; Giménez *et al.*, 2004; Valente *et al.*, 2010; Moreno-Sainz *et al.*, 2012). Esta diversidad se debe a la interacción de múltiples factores ambientales y procesos geológicos e históricos, destacando la diversidad de algunos grupos de monocotiledóneas (Briggs & Walters, 1984; Médail & Quézel, 1997, 1998; Judd *et al.*, 2002; Beisenova *et al.*, 2015; King & King, 2018). Dentro de éstos grupos encontramos el género *Gagea* Salisb., un grupo de monocotiledóneas, geófitos perennes, de distribución euroasiática y mediterránea, pertenecientes a la familia Liliaceae (Mesicek & Hronka, 1974; Tamura, 1998; Levichev, 1999a, López, 2013; Tison *et al.*, 2012; Peruzzi *et al.*, 2015).

Además, complementariamente, estos estudios de biodiversidad se fundamentan en las numerosas contribuciones taxonómicas que se vienen realizando en las últimas décadas, desde la creación de floras nacionales, como Flora Ibérica (Castroviejo, *et al.*, 1986-2016), incluyendo al género *Gagea* (López, 2013) o Flora de Portugal (Franco & Da Rocha, 1994); floras regionales, como Flora de Andalucía Occidental (Talavera *et al.*, 1987), como Flora de Andalucía Oriental (Blanca *et al.*, 2011) o Vegetación y Flora de Extremadura (Devesa *et al.*, 1995); estudios locales (Valdés, 1984; Ruiz, 1984, 1985; Vázquez, 1988; Santos & Ladero, 1989; Sardinero, 1994; Vargas & García 2008; García *et al.*, 2009; Ferrer *et al.* 2007b); y anotaciones corológicas (Rico, 1981, 1982; Gómez & Ortega, 1989; Sánchez Gullón, 1999; Moglia *et al.*, 2001; Ortega *et al.*, 2006; Gutiérrez, 2007; Gutiérrez & Vázquez, 2009a, 2009b, Ferrer *et al.* 2007a, Fernandez & Salazar, 2019).

Dentro de estas aportaciones se encuadran los trabajos de la presente tesis, los cuales se incluyen parcialmente dentro de los proyectos realizados en el Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden - Valdesequera - CICYTEX, entre ellos:

- Proyecto “Conservación, Biología y Ecología de los vegetales del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura” PRI-III 3PR05A043 (2006-2009).
- Proyecto “Herbario GBIF”. Ministerio de Ciencia e Innovación. CGL2007-30528-E/BOS (2008-2009).
- Proyecto “Conservación de herbario y banco de especies amenazadas”. LOI1103005 (2011).
- Proyecto “Actualización del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura” PRI-III PRI 09 A 059 (2009-2012).

En este contexto se sitúa este trabajo de investigación, cuyo objetivo principal es el estudio de la diversidad del género *Gagea* Salisb. en el Suroeste peninsular. Su desarrollo ha supuesto un reto, no solamente por las dificultades que entraña el estudio de éste género, sino porque su taxonomía, además de considerarse notablemente compleja, ha tenido una situación incierta desde el punto de vista histórico, lo que ha permitido profundizar y ampliar los conocimientos en la Ciencia Botánica en general y en Taxonomía, en particular.

Además, las poblaciones de los representantes del género *Gagea* Salisb., se encuentra asentadas en zonas de baja o nula actividad humana, con escasas interacciones y perturbaciones, por lo que cualquier alteración medioambiental a las que se ven sometidas, provocan la inestabilidad de las poblaciones naturales de los representantes de este grupo. Por estas razones, éstos pueden considerarse excelentes bioindicadores ambientales (Vázquez *et al.*, 2006).

Así, conocer la diversidad, taxonomía, corología, ecología o estatus poblacional del género *Gagea* Salisb., sirve de herramienta básica para preservar estos taxones y los espacios que ocupan, pero principalmente hace posible que esta tesis contribuya a comprender la biodiversidad y la naturaleza que nos rodea.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. Introducción general

Esta tesis expone un completo estudio sistemático del género *Gagea* Salisb., Kon. & Sims, *Ann. Bot.* II, 555, 1806 (LILIACEAE), a través de variadas disciplinas o ramas de la Ciencia Botánica, desde la botánica sistemática, morfología u organografía, ecología vegetal, anatomía vegetal, estudios reproductivos o relaciones filogenéticas.

Para conocer la diversidad del género en el Suroeste peninsular, es necesario abordar en primer lugar, algunos conceptos básicos, que nos ayuden a comprender el desarrollo de este trabajo. Entre estos conceptos destacan aquellos cuyo estudio supone una importante contribución al desarrollo de la tesis, entre ellos, se incluyen conceptos como Sistemática, Taxonomía, Nomenclatura, Biodiversidad, Especie o Taxon.

1) La *Sistemática* es la disciplina que crea sistemas de clasificación que expresen de la mejor manera posible los diversos grados de similitud entre los organismos vivos.

Para comprender los estudios sistemáticos se deben distinguir, en primer lugar, tres partes importantes dentro de esta rama: clasificación, taxonomía y nomenclatura.

2) La *Clasificación* sistemática es definida como la ordenación de taxones en grupos, dispuestos de una manera jerárquica, desarrollando un sistema o jerarquía de niveles o categorías (jerarquía taxonómica), agrupándose con el mayor número posible de caracteres en común.

3) La *Taxonomía* es la rama de la Sistemática que proporciona las bases, principios, métodos y normas o leyes que regulan dicha clasificación. Existen varios tipos de sistemas taxonómicos, dependiendo de los procedimientos utilizados para realizar la clasificación, siempre basándose en el estudio de caracteres taxonómicos (Judd et al, 2002; Izco et al, 1997), pero con un evolución histórica reciente, pasando de taxones politéticos basados en combinación de caracteres (conocido como taxonomía fenética o Taxonomía beta (Sneath, 1962; Cronquist, 1981, Turrill, 1938), a una taxonomía gamma (γ), más reciente, con la incorporación nuevas técnicas analíticas, logrando con ello entender las relaciones filogenéticas (Noriega *et al.* , 2015; Peruzzi, 2016).

4) Por último, la *Nomenclatura* es la parte de la Sistemática que se dedica a dar nombre a los seres vivos o grupos de seres vivos (taxones). La nomenclatura es regulada a través del Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (denominado Código Internacional de Nomenclatura Botánica hasta el XVIII Congreso de Botánica, Melbourne, 2011) que reúne una serie de principios, reglas y recomendaciones para la nomenclatura botánica (Shenzhen, 2018).

Para comprender algunas definiciones que aquí se proponen, también es necesario definir brevemente, los conceptos de *taxon* y *especie*. Teniendo en cuenta que el concepto de especie ha ido variando históricamente, consideraremos especie, al concepto de especie biológica, es decir, al conjunto de poblaciones formadas por individuos de similares características y que en la actualidad, estén aislados genéticamente de otros grupos próximos. Existen clasificaciones inferiores a este clado, como subespecie,

variedad, raza o forma (Briggs & Walters, 1984; Izco *et al.*, 1997; Mayr, 1997; Judd *et al.*, 2002; Hey *et al.*, 2005). De manera general y para incluir a todos ellos, se habla de taxón, es decir, un grupo de individuos emparentados que han sido agrupados dentro de un nivel de clasificación específico. Es un concepto más amplio que el de especie y dependerá de la jerarquía aplicada (Briggs & Walters, 1984; Mayr, 1997; Judd *et al.*, 2002; Hey *et al.*, 2005).

Otro concepto que es necesario abordar inicialmente es *biodiversidad o diversidad*, que puede llegar a ser un concepto variable en función del contexto o texto científico que lo recoja. El concepto de biodiversidad o diversidad biológica, se podría definir de manera general, como la variación de organismos vivos considerados desde todos los puntos de vista, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos o acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales forman parte; esto incluye la diversidad genética, la diversidad intraespecífica e interespecífica y de los ecosistemas. Se trata de un concepto dependiente de la escala y jerarquía en la que se exprese, y puede diferir según los autores de referencia (Raven, 1992; Gaston, 2000; Izco, 2004).

La cuantificación de la diversidad biológica también varía en función del índice aplicado. En esta tesis, hablaremos de diversidad, basándonos en la “riqueza o número de elementos”, y abarcando tanto la diversidad taxonómica como la diversidad genética, del género *Gagea* en el Suroeste peninsular. (Schluter & Ricklefs 1993; Gaston *et al.*, 1995; Gaston, 2000; Benayas & Scheiner, 2002).

3.2. Estructura de la tesis

Por otro lado, dentro de esta introducción, se debe hacer una breve exposición de la estructura de la Tesis Doctoral que favorezca la lectura y comprensión de su texto, que se esquematiza en varios apartados: Introducción, Material y Métodos, Resultados, Discusión general y Conclusiones.

El primer lugar, la Introducción al género *Gagea* Salisb., sirve de primer acercamiento a su estudio sistemático, su evolución histórica y posición filogenética, así como a diversas características generales del género.

El segundo apartado recoge Material y Métodos utilizados para el estudio y análisis de las muestras, pliegos de herbarios, y datos correspondientes al estudio de diversos taxones del Mediterráneo Occidental. Este apartado se redacta de manera resumida, ya que éstos varían en función de las publicaciones incluidas en el siguiente apartado.

La dificultad de identificación para las especies del género *Gagea*, hace necesario ampliar las características descriptivas del género, utilizando las características morfológicas, anatómicas o citológicas. Por eso, el tercer apartado, Resultados, es dividido en diversos bloques, en función de las diversas materias que abarcan los resultados de la tesis: Corología, Cariología, Anatomía y Taxonomía. Además, es necesario señalar que los resultados se presentan en dos idiomas, tratando de mantener la estructura original de los manuscritos, que en determinadas ocasiones han sido publicados o enviados a revistas nacionales (castellano), mientras que en otras ocasiones, han sido enviados o publicados en revistas científicas internacionales (inglés), y en tales casos, se recoge un breve resumen de la publicación en castellano al inicio del mismo. Estructuralmente, dentro del apartado Resultados, podemos encontrar los siguientes apartados:

El primer bloque, COROLOGÍA, corresponde a novedosas observaciones y anotaciones corológicas del género *Gagea* en Extremadura, donde se recogen dos capítulos: en primer lugar, novedades corológicas, tras recolecciones realizadas a lo largo de la geografía extremeña, y el posterior estudio e identificación; y el capítulo 6.2, el estudio corológico y ecológico de *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort., donde se realiza un estudio completo de su distribución.

El segundo II CARIOLOGÍA, recoge algunos estudios realizados en citología, dividiéndose en dos capítulos: en primer lugar, un capítulo que recoge algunos datos de la investigación bibliográfica realizada sobre el género, recopilando la información citológica existente hasta la fecha, así como el análisis de los números cromosómicos, ploidias asociadas a cada taxon y, consecuentemente, las posibles relaciones filogenéticas, que nos ayudan a comprender la alta variabilidad y diversidad del género *Gagea* (cap. 6.3); y en el capítulo siguiente, como consecuencia de esta información, se realizan algunos estudios citológicos novedosos en especies estudiadas en la Península Ibérica (cap. 6.4);

En el bloque III ANATOMÍA, se recoge el capítulo 6.5, donde específicamente se muestran algunos resultados novedosos para el estudio morfológico del género, el estudio de nectarios en una especie ejemplo, *Gagea elliptica* (A. Terrac) Prain. Estos

datos se complementan con otros estudios morfológicos y anatómicos que se realizan para los representantes del género *Gagea* en el Suroeste peninsular, y que se intercalan en el siguiente bloque.

El siguiente apartado, bloque IV TAXONOMÍA, recoge todo el conjunto de estudios taxonómicos realizados, donde se realizan estudios concretos para grupos taxonómicos infraespecíficos del género *Gagea*, dando lugar a los siguientes capítulos:

Por un lado, se incluyen dos trabajos para taxones presentes en el mediterráneo occidental, debido a la necesidad contrastar la validez y características taxonómicas de especies históricamente controvertidas. Así, el capítulo 6.8. recoge el estudio de *Gagea durieni* Parl., presente en el mediterráneo occidental; y el capítulo 6.9, recoge una revisión del grupo de taxones asociados *Gagea wilczekii* Braun-Blanq. & Maire, y cuya presencia es discutida en la Península Ibérica.

Y por otro, la presente tesis se centra principalmente en taxones presentes en el Suroeste peninsular, donde los estudios anteriores sobre el género habían sido parciales, y por tanto, nos permite destacar algunas novedades taxonómicas que se recogen en los capítulos siguientes.

En primer lugar, se describen dos novedades taxonómicas para el Suroeste Peninsular, contrastando con taxones próximos dentro del material peninsular. Así se incluye la descripción de *Gagea extremadurensis* M. Gutiérrez & F.M.Vázquez, (capítulo 6.6) y *Gagea pseudofoliosa* M. Gutiérrez & F.M.Vázquez (capítulo 6.7), tradicionalmente confundidas con otros taxones ibéricos; y el por último, el capítulo 6.10, que recoge una sinopsis del género *Gagea* en el Suroeste Península, pero que además, aporta novedades corológicas anatómicas y metodológicas.

A continuación, la redacción de esta Tesis prosigue con el apartado Discusión, donde se analizan algunos resultados, destacando aquellos aspectos generales sobre el género, y especialmente sobre su diversidad en el Suroeste peninsular.

Finalmente, el apartado Conclusiones, destaca algunos puntos dentro del trabajo realizado en esta tesis, y que resultan novedosos o aclaratorios para el estudio del género *Gagea*, incluyendo novedades taxonómicas o aportaciones para el estudio del género.

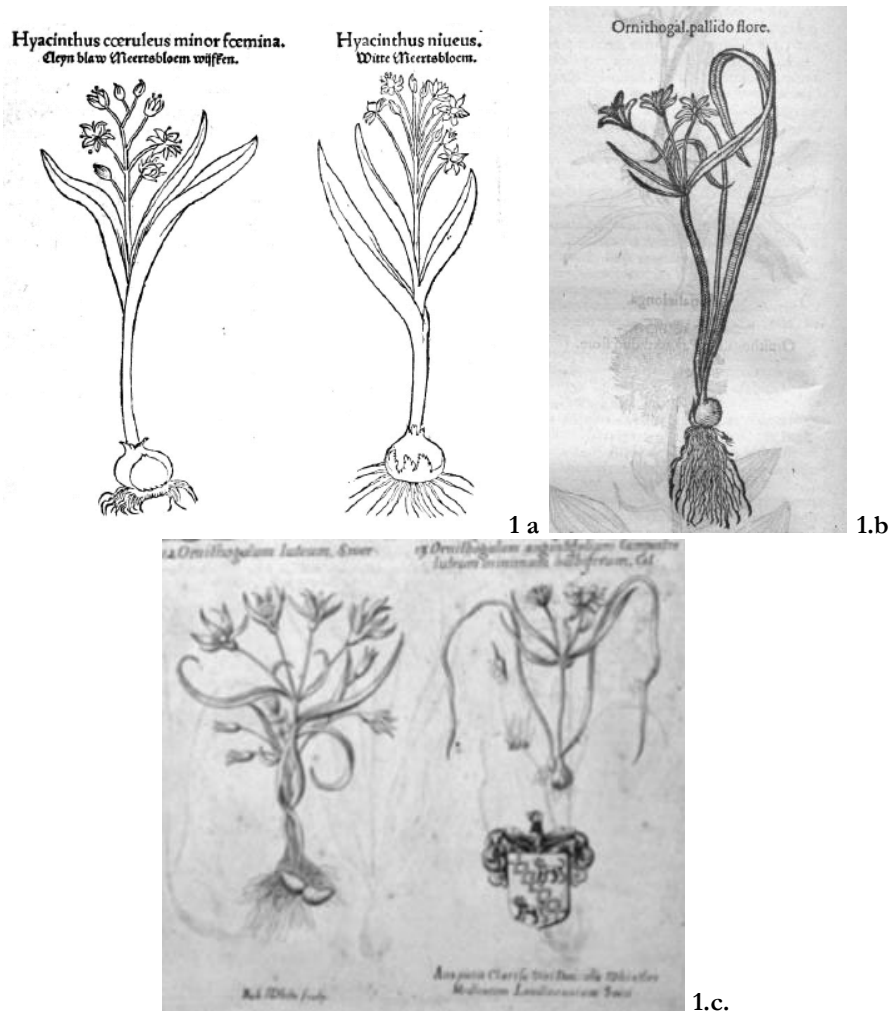
Con todo, esta tesis pretende contribuir al conocimiento de la diversidad del género *Gagea* Salisb. en el Suroeste peninsular, estudiando su clasificación, posición filogenética, evolución histórica y problemas taxonómicos, asociados a los taxones que componen el género *Gagea* Salisb., así como la descripción, estudio de caracteres morfológicos, anatómicos, reproductivos y ecológicos, que favorezcan así el conocimiento de estos taxones.

3.3. El género *Gagea* Salisb. Kon. & Sims, *Ann. Bot. II*, 555, 1806

Dentro del género *Gagea* Salisb. se recogen entre 70 y 300 especies según diversos autores, pero sin embargo, puede reunir más de 500 nombres infraespecíficos indexados (Stroh 1937; Tamura, 1998, Levichev, 1999a; Govaert *et al.* , 2003; Zarrei, 2005; Peruzzi *et al.* , 2008b; Ferrer *et al.* 2007; Peterson *et al.* , 2008; Zarrei *et al.* 2011; Tison *et al.* 2013).

El género *Gagea* Salisb. in Kon. & Sims, *Ann. Bot. II*, 555, 1806 representa un grupo de monocotiledóneas perennes de hábito bulboso (geófitos), con presencia de bulbillos dentro o fuera de la túnica que rodea el conjunto bulboso, a veces también con presencia de bulbillos de reemplazo en axilas foliares. Se caracteriza por tener hojas presentes alternas, basales de 1-4, a menudo ausentes. Inflorescencias diversas (solitarias, racimo, corimbo o panícula), brácteas a menudo presentes, a veces ausentes (*G. subgen. Honungia*). Periantio estrellado, con tepalos normalmente agudos y acuminados, amarillos o verde, raramente blancos [*G. graeca* (L.) Dandi y *G. trinervia* (Viv.) Greuter], persistentes, permanecen verdes y ensanchados en fructificación, mayores que el fruto. Androceo con 6 estambres, filamentos filiformes o ensanchados en la base, anteras elipsoidales u ovoides. Gineceo con estilo variable de trilobulado a trifido. Cápsula elipsoidal a ovoide, usualmente 3 valvas, loculicida. Semillas a menudo elipsoidales o angulosas, a veces aplanadas, a veces con crestas o eliosomas. Su distribución está restringido a regiones euroasiáticas y mediterráneas (Tamura, 1998; López, 2013).

Se caracterizan por una amplia variabilidad morfológica en todas las etapas de su ciclo de vida, en las que destaca un largo periodo de latencia, influido por las condiciones ambientales, y un corto período vegetativo, a principios de primavera, que termina rápidamente, lo que dificulta la recogida de un número suficiente de ejemplares de herbarios.



GAGEA. Petala 6, extus herbacea. Filamenta basi petalorum adnata, angusta, planiuscula. Pericarpium superum, 3-loculare, 3-valve, petalis post florescentiam diu vegetis obductum. Stylus in plerisque clavatus. Semina parva, numerosa, subrotunda. *Plantæ gramineæ facie Hypoxidum. Radix parva, bulbosa. Folia pauca, obtuse mucronata, plus minus villosa. Flores lutei, corymbosi. Pedunculus angulatus, plus minus decompositus ramis sæpius brevissimis pedicellis longis. Bracteæ ad ramos solitariae præter alias interdum inferius sparsas, foliaceæ. Genus antea cum Ornithogalo confusum, in quo corolla cito marcescit et inflorescentia longe diversa. Huc referendæ*

2

Fig. 3.1.- Primeros iconos de *Gagea* (sub. *Ornithogalum*): 1.a. Fuch (1549), 1.b. Clusius (1601), y 1.c. Morison (1680)./ 2. Primera descripción del género *Gagea* Salisb. Kon. & Sims, *Ann. Bot.* II, 555, 1806.

3.4. Antecedentes históricos

El género *Gagea* Salisb. Es descrito por primera vez en 1806 por Salisbury (Kon. & Sims, *Ann. Bot. II.* (1806: 555) en honor del naturalista Sir Thomas Gage (1719-1787). Hasta esta fecha, los taxones pertenecientes a este género eran incluidos dentro del género *Ornithogalum* L., descrito por primera vez en 1753, por Carl Linneo en su obra *Species Plantarum* (1793: 306).

Aunque es posible reconocer algunas referencias a estos taxones entre las obras prelinneanas, destacando las obras de Leonhart Fuchs (1549), Clusius (1601), Morrison (1680) y Tournefortii (1700) que recogen los iconos más antiguos del género, mientras que entre las descripciones más antiguas, en las que se pueden reconocer referencias a los taxones del género, destacan la obra de Leonhart Fuchs (1549), Morrison (1680), J. J. Dillenius (*Catalogus plantarum sponte circa Gissam nascentium*, 1719), Von Haller (*Enum. Meth. Stirp. Helv.*, 1742).

Pero hay géneros que se caracterizan por variaciones históricas, éste es uno de ellos, ya que el género *Gagea* Salisb., además de segregarse de *Ornithogalum* L., también sufrió variaciones nomenclaturales a nivel de género, así algunas de las denominaciones del género a lo largo de la historia han sido:

Stellaster Heist. Ex Fabr., Enum., ed. 2: 23 (1763).

Upoxis Adans., Fam. Pl. 2: 20 (1763).

Stellaris Agosti, *De Re Botanica Tractatus: 135* (1770)

Ornithoxanthum Link, Handbuch 1: 161 (1829).

Hemierium Raf., Fl. Tellur. 2: 27 (1837).

Hornungia Bernh., Flora 23: 392 (1840).

Reggeria Raf., Autik. Bot.: 55 (1840).

Bulbillaria Zucc., Abh. Königl. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Phys. Kl. 3: 299 (1843).

Plecostigma Turcz. In E.R.von Trautvetter, Pl. Imag. Descr. Fl. Russ.: 8 (1844).

Boissiera Haens. Ex Willk., Bot. Zeitung (Berlin) 4: 313 (1846).

Solenarium Dulac, Fl. Hautes -Pyrénées: 112 (1867).

Szechenyia Kanitz, Növényt. Gyujtesek Eredm. Grof Szechenyi Bela Keletasziai Utjabol: 60 (1891).

Sin embargo, la prevalencia taxonómica del nombre *Gagea* Salisb., se mantiene sobre el resto, usando las propuestas de “*nomina conservanda*” según el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Janchen, 1953; Rickett, 1985).

A nivel de especies, estos problemas nomenclaturales son aún más extremos. En la obra de Linneo (1753) se recogen varios taxones pertenecientes al género, entre las que destaca *Ornithogalum luteum* L., que es señalada como tipo del género (Janchen, 1953). Este catálogo es ampliado posteriormente por Crantz (1766, *Institutiones rei herbariae*), Lamarck (1779, *Flora française*) y Persoon (1794, *Ann. Bot.* [Usteri]), pero no todos los denominaciones son acertadas, existiendo algunos nombres ambiguos, que se perderían a lo largo de la historia.

La obra de Salisbury (1806) también agudiza estos problemas nomenclaturales, ya que describe siete especies, basados en descripciones anteriores del género *Ornithogalum* L., pero sin priorizar los nombres previos (Heyn & Dafni, 1971).

Durante el S. XIX se suceden abundantes publicaciones y descripciones de nuevas

especies dentro del género, destaca las obras de Dumortier (1827, *Florula Belgica*) o Boissier (1839-1842, *Voyage midi espagne*), entre otros. Pero sobre todo destaca la obra de Schultes & Schultes fil. (1829, en Roemer & Schultes (1829, *Systema vegetabilium* [7:1]) que trata de recopilar y ajustar todas las descripciones y problemas nomenclaturales hasta esa fecha.

Más adelante, a principios del S. XX aparecen monografías sobre el género, como las publicadas por Pascher (1904, 1905, 1906, 1907), o Terracciano (1904, 1905, 1906), pero que también comenten importantes errores por no considerar la obra del otro autor, respectivamente. Así, tampoco son definitivas las obras posteriores de Stroh (1937), Uphof (1958-1950), Heyn & Dafni, (1971), Davlianidze (1976), Richardson, (1978) o Levichev (1997; 1999b). Pero, finalmente, en los últimos veinte años ha sufrido una profunda reestructuración taxonómica asociada al avance de algunas herramientas taxonómicas como estudios cariológicos, palinológicos, anatómicos o moleculares (Edwan, 2008; Ferrer *et al.* 2007; Gutiérrez *et al.*, 2009; Gutiérrez & Vázquez, 2011b; Levichev (2006a, 2006b); Levichev & Tison (2004). López, 2013; Peterson, *et al.* 2004, 2008, 2009, 2016, 2019; Pfeiffer *et al.* , 2012b; Peruzzi & Tison., 2004a, 2004b, 2005, 2006, 2007a, 2007b; Tison *et al.* , 2013; Peruzzi *et al.*, 2007a, 2007b, 2007c. 2008a., 2008b, 2009 2011a, 2011b, 2012, 2015; Schnittler *et al.* , 2008, 2013, 2017; Tekşen, & Karaman Erkul, S. 2016; Yoshie, 2008; Zarrei & Zarre, 2005; Zarrei *et al.* , 2007, 2009, 2010, 2011a, 2011b).

3.5. Relaciones filogenéticas del género *Gagea* Salisb.

El género *Gagea* Salisb. tradicionalmente se incluye en la familia Liliaceae Juss. (*Gen. Pl.*: 48, 1789). Se trata de una familia subcosmopolita, con distribución en regiones templadas y subtropicales, con más de 200 géneros y unas 3000 especies a nivel mundial (s.l.) (Izco *et al.*, 1997; Tamura, 1998). En la Flora Europea, las liliáceas se representan por más de 50 géneros y más de 350 especies, de amplia distribución en áreas mediterráneas, localizándose tanto en bosques termófilos, caducifolios, pastizales, ruderales o arvenses (Tutin *et al.*, 1964-1980).

El tratamiento taxonómico de la familia ha sido controvertido y muy variable, debido a la heterogeneidad de sus taxones. La clasificaciones más actuales, se incluye dentro del Clado Monocotyledoneae De Candolle, Orden Liliales Perleb (1826) (Stevens, 2001; 2003, 2009). Aunque existen variadas clasificaciones dependiendo de los autores de referencia como Cronquist (1981) (Clase Liliopsida Brongn., Subclase Liliidae J.H. Schaffn., Orden Liliales), o Ehrendorfer (1994) (Subdivisión Magnoliophytina Frohne & U. Jensen ex Reveal, Clase Monocotyledoneae Scolopi, Subcl. Liliidae) (tabla 1).

En cuanto a los problemas clasificatorios del género *Gagea* Salisb., comienzan a nivel de familia, ya que algunos autores proponen la inclusión de este género en la familia Hyacinthaceae Batsch (Speta, 1998; Pfosser *et al.*, 2004), mientras que otros autores mantienen la clasificación tradicional, incluyendo el género en la familia Liliaceae Juss. (Stroh 1937; Tamura, 1998, Levichev, 1999a; Govaert *et al.*, 2003; Zarrei, 2005; Peruzzi, 2007ver; Ferrer *et al.* 2007; Peterson *et al.*, 2004, 2008; Zarrei *et al.* 2011; King & King, 2018).

Reino	Plantae Haeckel	<i>Generelle Morphologie der Organismen</i> . Reimer, 1866
División	Magnoliophyta Croquist	<i>An integrated system of classification of flowering plants.</i> , 1981.
Subdivisión	Magnoliophytina Frohne & U. Jensen ex Reveal	<i>Phytologia</i> 79: 70, 1996.
Clase	Liliopsida Brongn.	<i>Enum. Pl. Mus. Paris</i> : XV, 17, 1843.
Subclase	Liliidae J.H. Schaffn.	<i>Ohio Naturalist</i> 11: 413, 1911.
Superorden	Lilianaes Takht.	<i>Sist. Filog. Cvetk. Rast.</i> : 473, 1967.
Orden	Liliales Perleb.	<i>Lehrb. Naturgesch. Pflanzenr.</i> : 129, 1826.
Suborden	Liliineae Rchb.	<i>Deut. Bot. Herb.-Buch</i> : XXXVIII, 1841.
Familia	Liliaceae Juss.	<i>Gen. Pl.</i> : 48, 1789
Subfamilia	Lilioideae Eaton	<i>Bot. Dict.</i> (ed. 4): 27, 1836.
Tribu	Tribu Tulipeae Duby	<i>Bot. Gall.</i> 1: 461. 12-14 Apr 1828
Género	<i>Gagea</i> Salisb.	Kon. & Sims, <i>Ann. Bot.</i> II, 555, 1806

Tabla 3.1. Clasificación taxonómica de *Gagea* Salisb. (modif. Cronquist, 1981).

Evolutivamente, se pueden considerar dos conceptos, Liliaceae s.l., y Liliaceae s.str., que es la definición más aceptada, si bien es difícil de diagnosticar morfológicamente (Tamura, 1998b). Liliaceae s.str. es una familia claramente monofilética, según los estudios moleculares de las últimas décadas (Chase *et al.*, 1995; Patterson & Givnish, 2002; Hayashi & Kawano, 2000; King & King, 2018).

También existen clasificaciones infraespecíficas que dividen la familia Liliaceae, y que explican la clasificación del género *Gagea* Salisb:

1) Clasificaciones subfamiliares, en la destacamos su inclusión en subfamilia Lilioideae Engl. (1886) (Stroh 1937; Tamura, 1998, Levichev, 1999a; Govaert *et al.*, 2003; Zarrei, 2005; Peruzzi *et al.*, 2007 b; Ferrer *et al.*, 2007; Peterson *et al.*, 2004, 2008).

Aunque las clasificaciones evolutivas más recientes según estudios moleculares ha dividido la familia Liliaceae en diferentes líneas evolutivas:

- Dos líneas evolutivas monofiléticas, según las subfamilias Meleoloideae (Benth.) M.N.Tamura (1998) y Lilioideae Eaton (1836) (Tamura, 1998; Patterson & Givnish, 2002).
- Cuatro líneas evolutivas, en las subfamilias Lilioideae, Medeoloideae, Calochortoideae Thorne & Reveal, y Streptopoideae Mabb. ex Reveal, (King & King, 2018).

En cualquier caso, el género *Gagea* se mantiene clasificado dentro de la subfamilia Lilioideae Engl.

2) Clasificaciones supragenéricas, con la inclusión del género en la Tribu Lloydieae (Díez et al 1985; Takhtajan, 1987; Kosenko, 1999), Tribu Liliae Ritgen (Stevens, 2001) o Tribu Gageae (Levichev, 2007), siendo su inclusión en la Tribu Tulipeae Duby (1828) la clasificación más aceptada (Peruzzi, 2007; Tormo, 2008; King & King, 2018; Peterson *et al.* 2019).

Dentro de la tribu Tulipeae se incluirían los géneros *Amana* Honda, *Erythronium* L., *Lloydia* Salisb. ex Rchb., *Tulipa* L., y *Gagea* Salisb. siendo éstos los géneros más próximos desde el punto de vista evolutivo (Peterson *et al.*, 2008; Peruzzi, 2007; Peruzzi *et al.*, 2012; King & King, 2018).

El género *Lloydia*, con una posición incierta, ya que, mientras algunos autores los mantienen separados (Levichev, 2013; Peterson *et al.* , 2008), otros autores, recientemente y basado en análisis moleculares filogenéticos, incluye dos secciones del género *Lloydia* dentro del género *Gagea*, como secciones *Lloydia* (Salisb. ex Rchb.) Peruzzi, J.-M. Tison, A.Peterson y J.Peterson, y *Tricholloydia* (Engl.) Zarrei, Wilkin, Ingrouille y Chase (Peterson *et al.* , 2008; Zarrei *et al.* 2009; Peterson *et al.*, 2019).

Si consideramos éstos datos, basados en estudios fitogeográficos y moleculares, podemos acercarnos a las teorías más recientes sobre la evolución del género, cuyo origen, junto al resto de representantes de la Tribu Tulipae, estaría en el este de Asia, entre los 3 - 44 millones de años, según diversos autores (Levichev, 1999; Patterson & Givnish, 2002; Peruzzi, 2007; Peterson *et al.* , 2008, 2019; Zarrei *et al.*, 2011; Givnish *et al.* , 2016; King & King 2018). Estos trabajos marcan los centros de diversidad asiáticos, con una fuerte endemidad y asociados a sistemas montañosos, como el punto de origen del género, concretamente en sudoeste asiático, anterior al Mioceno.

A partir de ellos, se inicia la diversificación del género desde el Mioceno temprano, ocupando siete unidades fitogeográficas diferentes, hasta la distribución actual, que comprende la región euroasiática y mediterránea y norteamérica (*Gagea serotina* (L.) Ker Gawl.). (Mesicek & Hronka, 1974; Tamura, 1998; Levichev 1999; Peterson *et al.* 2019)

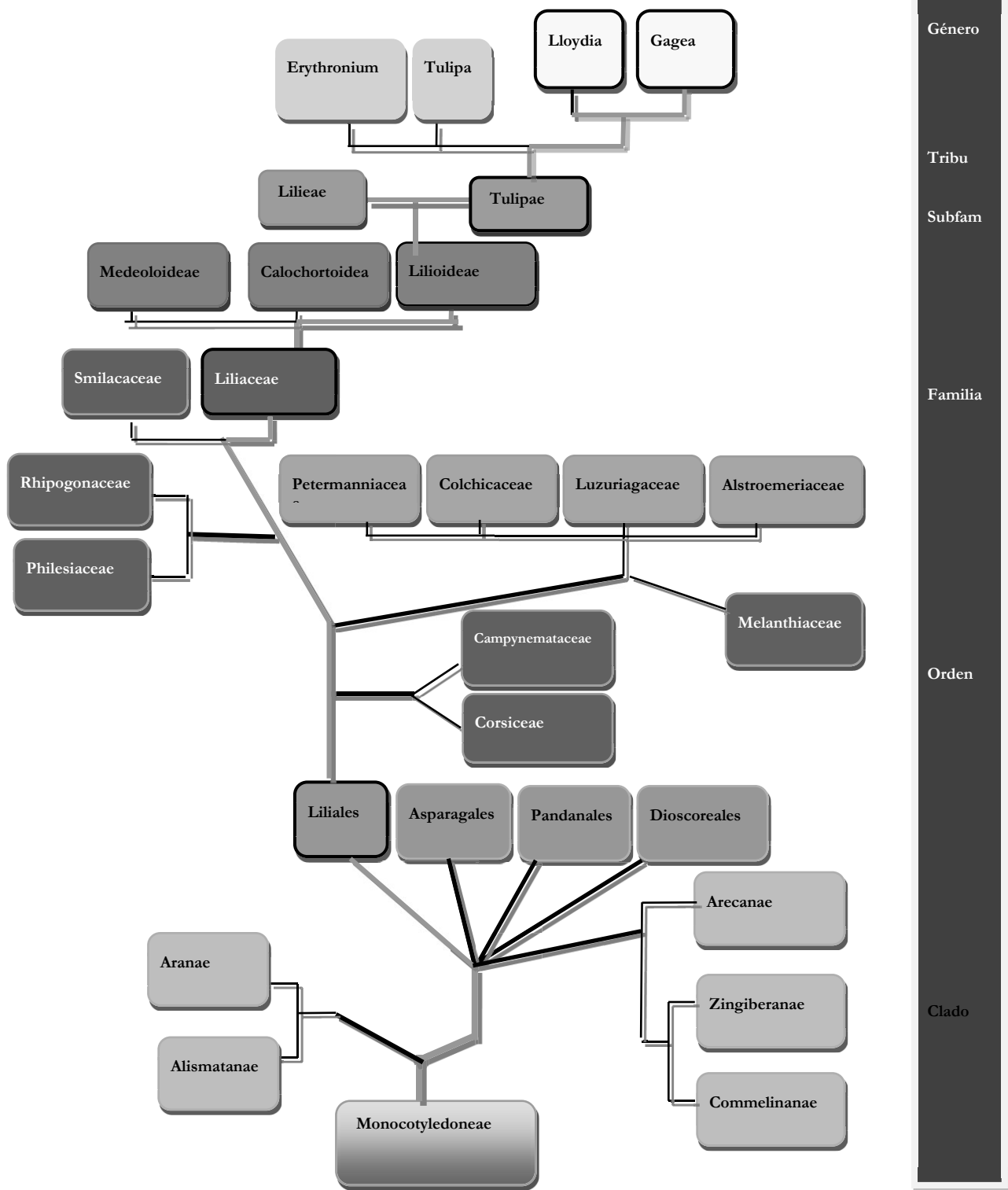


Fig 3.2. Árbol filogenético modificado de APG (2009) y "Tree of Life Web Project" (2001).

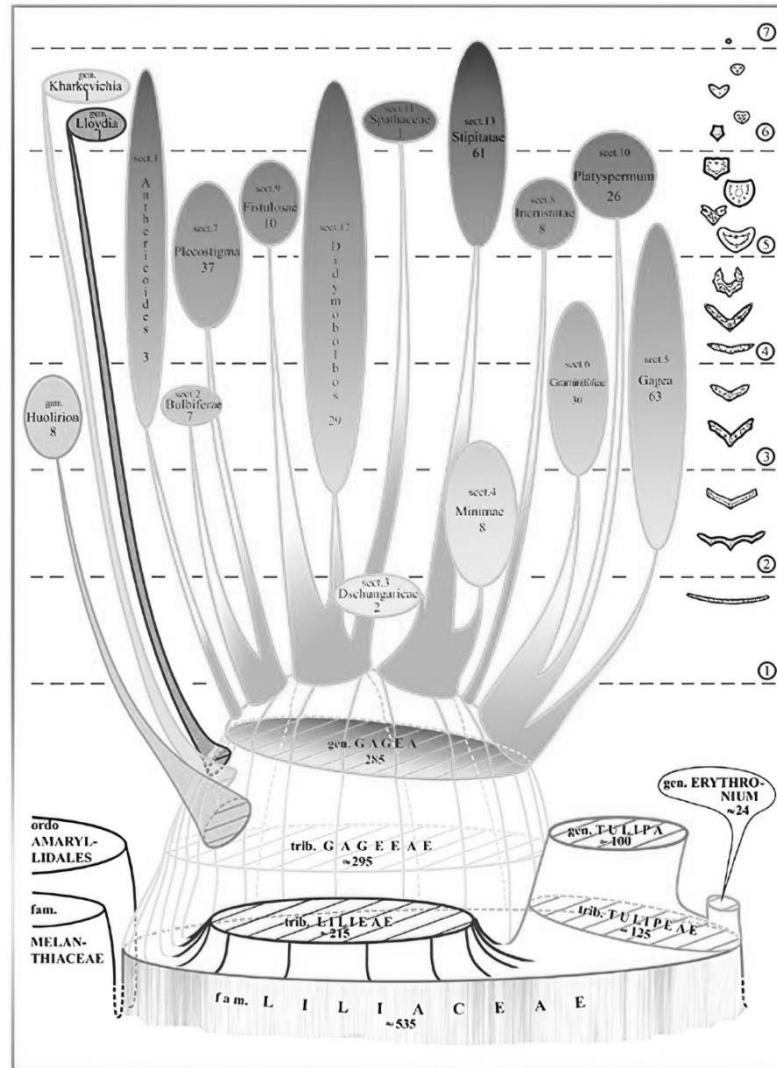


Fig. 3. 3. Árbol evolutivo de la Tribu Gageae propuesto por Levichev, 2007 (reprod. Levichev & Jezniakowsky, 2008).

La propuesta de Levichev (1999) concluía que representantes del género *Gagea* Salisb. emigraron principalmente hacia el oeste desde estos centros de máxima diversidad, gracias a la reducción de la antigua Mar de Tethys, parece ser la clave para entender el proceso evolutivo, ya su retroceso dio nuevas oportunidades para la colonización de estas áreas vecinas.

Estudios moleculares posteriores, han demostrado una evolución más reciente, diversificándose desde el sudoeste asiático, hasta su diversificación en el Mediterráneo y al Este de Asia durante el Mioceno Medio, y hacia Euro-Siberia durante el Mioceno tardío. También durante el Pleistoceno, a través del Ártico, se produjo la colonización de Norteamérica por *G. serotina* (Kim & Kim, 2018; Peterson *et al.*, 2019)

A partir de la región florística Irano-turánica, centro de alta diversidad del género, se habrían colonizado otras regiones como el Mediterráneo oriental a través de puentes terrestres durante el Mioceno temprano o tardío, mientras que el Mediterráneo occidental fue colonizado a través de puentes terrestres en el Oligoceno / Mioceno (Peterson *et al.*, 2019). Además, la cuenca mediterránea habría sido colonizada varias veces a lo largo de la historia geológica, concretamente durante la crisis salina del Messiniense (3.4–2.8 m.a.), por la sección *Didymobulbos* (K.Koch) Boiss. (con alrededor de 40 especies) (Peterson *et al.*, 2019), donde además, alcanzó un mayor número de especiación que podría explicarse por una colonización temprana junto a fenómenos de poliploidización e hibridación intraseccional reciente (Peterson *et al.*, 2009, 2011, 2019; Peterson *et al.*, 2016; Tison *et al.*, 2013; Zarrei *et al.*, 2012).

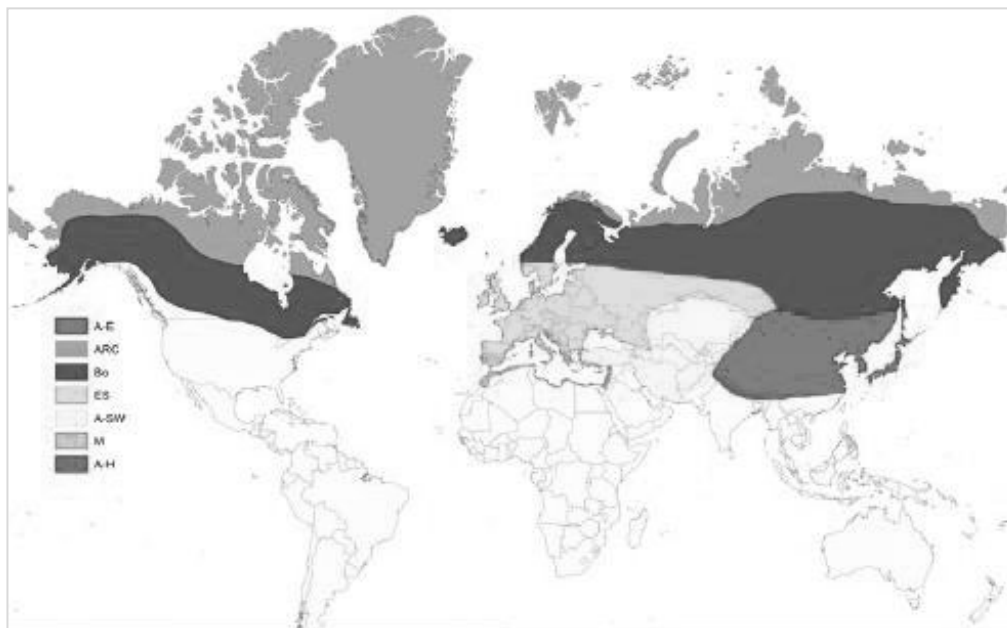


Fig. 3.4. Mapa de distribución mundial del género *Gagea* (reprod. Peterson *et al.* 2019).

3.6. Clasificación infragenérica del género *Gagea* Salisb.

A nivel infragénérico también existen opiniones controvertidas y sus clasificaciones han sufrido diversas modificaciones a lo largo de su historia. Las clasificaciones más antiguas corresponden a Koch (1849), que divide el género en dos secciones (Holobolbos Koch y Didymobolbos Koch), ampliado posteriormente por Boissier (1882) añadiendo otras dos secciones (Tribolbos Koch y Platyspermum Boiss). Posteriormente Terracciano (1904, 1905) y Pascher (1904, 1906) construyen nuevas clasificaciones independientes. Terracciano divide la clasificación en dos subgéneros Eugagea Pascher y Gageastrum Terrac. (con dos secciones cada uno). Pascher (1904) clasificaría en dos subgéneros: Eugagea Pascher (con cuatro secciones) y Hornungia Pascher (con dos secciones), que posteriormente sería la clasificación más aceptadas (Anexo 1).

Sin embargo, estas clasificaciones fueron incompletas, dando pie a una serie de publicaciones posteriores que han tratado de ordenar las secciones del grupo, como Stroh (1937), Uphof (1958–1960), Maire (1958), Davlianidze (1976), y Levichev (1990; 2006), Peruzzi (2007), Peterson *et al.* (2008), o Peruzzi (2011).

Otra de las controversias más actuales es la relación de estos taxones con otros géneros muy próximos filogenéticamente, especialmente con el género *Lloydia* Salisb. ex Reichenbach, considerado un grupo de origen monofilético junto con *Gagea*, basándose en características morfológicas y moleculares, y por tanto, se define el concepto de *Gagea sensu lato*, (Peruzzi *et al.* 2008, Zarrei & Zarre 2005, Peterson *et al.* 2008, 2019; Zarrei *et al.* , 2007, 2009, 2010, 2011; Kim & Kim, 2018).

Actualmente, existe un consenso entre la comunidad científica, que para avanzar en el estudio filogenético de este género es necesario disponer del mayor número de herramientas taxonómicas posibles para una acertada clasificación (Peterson *et al.*, 2008; Zarrei *et al.* , 2011). Por ello, se ha comenzado por aplicar herramientas citogenéticas o de secuenciación molecular que nos acercan más al árbol filogenético del género (Patterson & Givnish, 2002; Peterson *et al.*, 2008, 2019; Zarrei *et al.*, 2001; Peruzzi, 2011, Peruzzi *et al.* , 2015).

Entre estos estudios actualizados destacan la clasificaciones propuestas por Zarrei & Zarre (2005), que reconocen ocho secciones para el género, ampliado posteriormente por Peterson *et al.* (2008; 2011) que recogen 13 secciones y hasta 14 en el trabajo de Peruzzi (2012).

Teniendo en cuenta estos últimos trabajos, en la Península Ibérica se pueden encontrar representantes de tres secciones (Tabla 3.5):

- Secc. Anthericoides A. Terracc.: *Gagea serotina*.
- Secc. *Gagea*: *G. pratensis* (Pers.) Dumort., *G. pomeranica* Poiret, *G. lutea* (L.) Ker Gawl., *G. reverchoni* Degen
- Secc. Didymobulbos Koch (=Secc. Fistulosae (Pasch.) Davlian.): *G. bohémica* Zauschner) Schult. & Schult. f. , *G. dubia* A. Terrac., *G. durieui* Parl. ex Batt. & Trab., *G. elliptica* (A.Terracc.) Prain, *G. foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schultes & Schultes f. l, *G. fragifera* (Vill.) Ehr.Bayer & G.López, *G. granatelli* (Parl.)Parl., *G. lusitanica* A.Terracc., *G. mauritanica* Durieu, *G. soleirolii* F.W.Schultz., *G. saxatilis*, *G. subtrigona* J-M. Tison, y *G. villosa* (M.Bieb.) Duby.

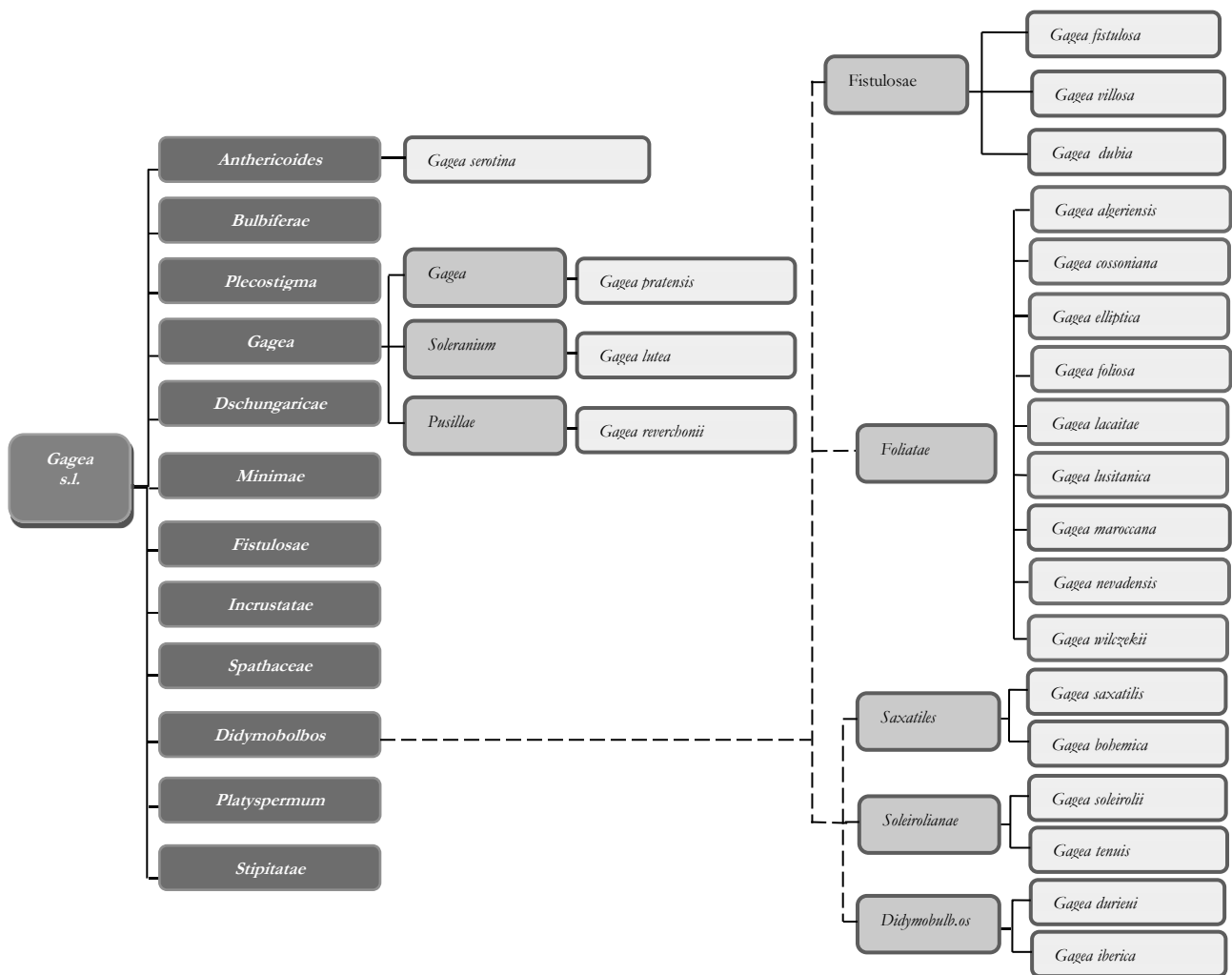


Tabla 3.5. Esquema clasificatorio especies presentes en la Península Ibérica para las que existen análisis moleculares (modif. de Patterson & Givnish, 2002; Peterson *et al.* , 2008; Peruzzi *et al.* , 2008a; Peruzzi, 2011; Zarrei *et al.* , 2011).

3.7. Problemática taxonómica

La taxonomía y la nomenclatura de este grupo de plantas son notablemente complejas y problemáticas,

Los caracteres taxonómicos usados en las clasificaciones taxonómicas del género *Gagea Salisb.* se han basado tradicionalmente en caracteres morfológicos externos, resultando insuficientes para su determinación. Aunque en los últimos años, la utilización de caracteres taxonómicos se ha ampliado: Braun-Blanquet & Maire (1925), Joshi (1940b), Bayer & López (1999) y López (2013) utilizan caracteres morfológicos internos como la disposición de los haces vasculares en la anatomía vascular de hojas y tallos. Heyn, & Dafni (1971) y Pfeiffer et al (2012) proponen incluir características morfológicas de bulbos y raíces, hojas basales (longitud, ancho y anatomía foliar) y caulinales (distancia y tamaño), periantio (forma y tamaño) y fruto (tamaño, forma y relación con el periantio). Kosenko *et al.* (1999) junto a Zarrei & Zarrei (2005a) proponen estudios polínicos. Musicček & Hronda (1974) y Peruzzi (2003) apuestan por estudios cariológicos. Levichev (1999b, 2006), Peruzzi *et al.* (2007) y Schinittler *et al.* (2013) sugieren el uso de ontogenia y anatomía de bulbos y bulbillos. Levichev & Jezniakowsky (2008) refieren la necesidad de emplear estudios morfológicos, ontogénicos y embriológicos.

Como hemos visto a lo largo de toda la introducción, la agrupación taxonómica del género es incierta, con lo que es difícil comprender las líneas evolutivas que han sido estudiadas en el género. La alta dificultad taxonómica del género *Gagea Salisb.* se debe entre otros, al alto polimorfismo morfológico, no específico de este grupo, característica típica de las monocotiledóneas, generando una alta plasticidad morfológica, debido a la influencia de factores tales como la altitud, la mayor o menor insolación del órgano estudiado, la humedad del aire (Bradshaw, 1965; Yoshie, 2008; Beisenova *et al.*, 2015; Elias *et al.*, 2018), y fenómenos genéticos como alta tasa de poliploidización e hibridación intraseccional filogenéticamente recientes, lo que dificulta la segregación de taxones próximos evolutivamente (Peterson *et al.*, 2009, 2011; Zarrei *et al.*, 2012). Este hecho ha sido señalado también dentro de la familia Liliaceae (Peruzzi *et al.*, 2007b; Behzad, 2008; Zarrei *et al.* 2010).

Este polimorfismo morfológico provoca diferencias entre plantas individuales e incluso a nivel poblacional, que influyen en varios caracteres como: la forma de inflorescencia con el desarrollo de flores adicionales; o las proporciones relativas, que son deformadas por el crecimiento desigual de órganos de planta diferentes (pedúnculos, pedicelos, periantio, etc.) (Heyn & Dafni, 1971) o en la producción de semillas (Beisenova *et al.*, 2015).

Este hecho, unido a la ausencia o limitada floración, junto con una elevada multiplicación vegetativa, debido a la adaptabilidad durante su fase de latencia, y la existencia de un polimorfismo estacional conducen, no en pocas ocasiones, a inexactas determinaciones y clasificaciones taxonómicas, algo que sin duda ha propiciado una sistemática y una nomenclatura muy compleja ((Heyn & Dafni, 1971; Levichev 1999b, 2006; Ferrer & Guara, 2007; López, 2013). Además de la falta generalizada de material en muchas colecciones, ya que los individuos pasan desapercibidos en las campañas de herborización, por ser difíciles de localizar en campo, e impidiendo que existan buenas recolecciones de material de herbario y pliegos testigo, impiden que existan buenas

colecciones en herbario (Heyn *et al.*, 1971; Levichev, 1999b; Ferrer *et al.*, 2007).

En resumen, características morfológicas, reproductivas y evolutivas del grupo, hacen que sea uno de los géneros más difíciles de estudiar desde un punto de vista taxonómico, por lo cual, muchos autores proponen ampliar los caracteres diagnósticos entre otros cultivo de material vivo, análisis morfológicos, anatómicos y cromosómicos, incluyendo fenómenos reproductivos, ontogénicos y ambientales (Heyn & Dafni, 1971; Montserrat, P., 1981; Levichev & Tison, 2004; Peruzzi & Tison, 2004a; Ferrer *et al.*, 2007; Timukhin *et al.*, 2010; Tison *et al.*, 2012; Schnittler *et al.*, 2013; Beisenova *et al.*, 2015).

3.8. Ontogenia: ciclo de vida

Los representantes del género *Gagea* Salisb., son plantas geófitas bulbosas, es decir, que en la época desfavorable sólo conserva órganos subterráneos, que corresponden a las yemas de renovación enterradas, por debajo del nivel del sustrato durante la época desfavorable del año (invierno o periodo de sequía estival) (Raunkjaer, 1934). La definición de tipos biológicos (forma de vida o biotipo), descritas por Raunkjaer (1934) es particularmente útil para entender el ciclo biológico de *Gagea* (Fig 3.6)

Como conjunto bulboso forma un bulbo de reserva, y un bulbo que se renueva anualmente (bulbo o yema de renovación), que puede permanecer en dormancia, durante la fase subterránea, y estacionalmente, una fase vegetativa, de menor duración, donde los órganos epigeos se desarrollan a partir de éstos órganos subterráneos.

La mayoría de geófitos tienen adaptación a las condiciones climáticas estacionales soportar las fluctuaciones climáticas y persistir durante varios años (Raunkjaer, 1934; Dafni & Noy-Mier, 1981).

Por ello, es necesario la alternancia con la fase vegetativa, durante periodos fotosintéticos, que aporten y aumenten las reservas del sistema bulboso (Russel, 1940). Los órganos epigeos u órganos vegetativos estacionales suelen crecer en periodos cortos, generalmente entre final del invierno y antes del periodo seco. Además de ser un prerequisite para que los órganos vegetativos puedan desarrollar la floración (Dafni & Noy-Mier, 1981; Schnittler *et al.*, 2008, 2013).

Por tanto, para explicar la ontogenia del género, distinguiremos dos fases:

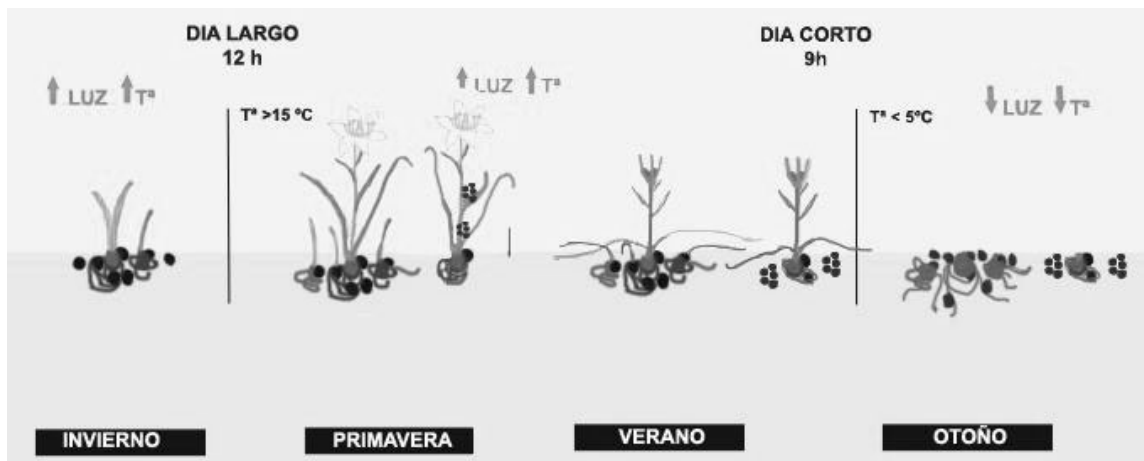


Fig. 3.6. Esquema general del ciclo anual una especie tipo de la Secc. Didymobulbos, *Gagea* Salisb. presente en el área mediterránea

a.- Fase subterránea: Características morfológicas del género *Gagea* Salisb.

La anatomía y ontogenia del conjunto bulboso, raíces, tunicas, bulbos basales, bulbos reproductivos basales y aéreos suponen un importante aporte a la taxonomía del grupo (Heyn & Dafni, 1971; Levichev 1999; Peruzzi *et al.*, 2007; Tison *et al.*, 2012; Schnittler *et al.* 2013). Sin embargo, el conjunto bulboso del grupo no ha tenido suficiente importancia en las obras tradicionales, y por tanto, no se han incluido en material de herbario. Los estudios en colecciones vivas facilitan observar los caracteres polimórficos y la variabilidad de los taxones, para completar la secuencia de las estructuras morfológicas de éstos órganos y por tanto, su ontogenia (Levichev 1999b).

Durante la fase ontogénica del conjunto bulboso se pueden diferenciar varios órganos (Levichev, 1999; López, 2013; Schnittler *et al.*, 2013):

- Cebolla o conjunto bulboso: Durante el período de latencia, la cebolla debe ser considerada como un retoño comprimido, que sirve como órgano de reserva, rodeado con una o más cubiertas secas que le cubren (tunicas).

La mayoría de los taxones del género incluyen bulbos, bulbos de repuesto (o callo) y bulbos dentro del conjunto bulboso o cebolla, excepto los representantes de Secc. Tribolbos Boiss (actualmente incluida en Secc. *Gagea*).

En general, el canal central de la cebolla se dirige a la parte superior de la cebolla; sólo Secc. *Gagea* Salisb. (=Tribolbos Boiss.) (que incluye *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort y *G.transversalis* (Pall.) Steven) se dirige hacia un lateral en la parte superior de la cebolla. Tradicionalmente, estas cebollas suelen ser ovoides, aunque se pueden distinguir hasta 7 tipos diferentes dentro del género. En general, la cebolla en la etapa juvenil es considerablemente más delgada, sin embargo, existe un fuerte vínculo entre la forma de cebolla y determinados hábitos de vida.

▪ **Túnica:** Las túnicas de la cebolla sirven como sistema de protección al conjunto bulboso, se origina a partir los restos del tejido de las hojas basales (o cubiertas de la cebolla). También puede denominarse envoltura, vaina, o fundas, en la bibliografía. Suponen un importante carácter diagnóstico dentro del género, por la forma que pueden adquirir en el cuello, las extensiones de las fundas, sobre todo para especies xerófilas como *Gagea tenuifolia* (Boiss.) Fomin, presentes en el mediterráneo oriental.

En especies de la Secc. *Gagea* Salisb. (=Tribolbos Boiss.), los restos de túnica rodean sólo la base del tallo y la base de las hojas radicales, ya que la cebolla de recambio y bulbillo, crecen lateralmente. Por eso, algunos autores han aceptado la presencia de "tres cebollas".

▪ **Sistema radicular:** Dentro del género, el sistema radicular consta en general, de raíz primaria, raíces de alimentación y raíces adventicias. En el ciclo vegetativo, la cebolla desarrolla raíces de alimentación, con raíces adventicias, produciéndose diversas morfologías en la orientación, grosor, etc., que pueden adquirir valor taxonómico (Tison, 2001; López, 2013).

▪ **Bulbo o Bulbilo de reemplazo:** El bulbo de reemplazo o recambio se utiliza como órgano de almacenamiento y cuerpo de rejuvenecimiento, se suele situar en la axila de la primera hoja basal, y hasta obras más recientes, no se incluía como carácter diagnóstico (Levichev, 1999; Schnittler *et al.*, 2008; Tison *et al.* 2012; López, 2013).

▪ **Bulbillos de repuesto o bulbilos axilares:** Son análogas a la formación de bulbillos de reemplazo, pero en la mayoría de las especies se forman por separado, en la axila del tallo, o en las axilas de las siguientes hojas de tallo (Schnittler *et al.*, 2013).

A menudo, muestran bulbilos basales únicos, denominados entonces callo (o bulbilos de edad), que presenta características taxonómicas propias como la forma, el color y escultura de superficie, y pueden persistir durante varios años sin morir, reuniéndose a veces alrededor de la cebolla.

No deben confundirse con la colección de bulbillos de la misma edad, que se forman o bien basales (en la axila de la segunda hoja) (tipo I sub. Schnittler *et al.*, 2013) o bien como bulbilos aéreos (en las axilas de hojas caulinares) (tipo II sub. Schnittler *et al.*, 2013), denominándose respectivamente bulbilos basales y bulbilos aéreos, ya que se trata de un grupo de bulbillos, formados al mismo tiempo que se ha formado el mismo ciclo vegetativo. Si los bulbillos están presentes, su cantidad, ubicación, forma, color y estructura representan características importantes para la diferenciación de especies (Levichev 1999a; Peterson *et al.* 2011; Pfeiffer *et al.* 2013 hybrids; Tison *et al.* 2012).

Durante la fase subterránea el sistema bulboso, pasa por diferentes periodos del ciclo anual, destaca en primer lugar, un periodo de dormancia, que en nuestras latitudes corresponde generalmente a las estaciones secas de verano e inicio del otoño. Esta dormancia puede ser variable, que puede ser anual, bianual o varios años, hasta que se produzcan las condiciones ecológicas idóneas para iniciar el ciclo completo, además, es relativamente frecuente que dentro de la misma población se encuentren bulbos en

distintas fases de dormancia.

Tras las estaciones secas, coincidiendo con los periodos húmedos, pueden producirse el crecimiento vegetativo de algunas partes del conjunto bulboso, especialmente bulbilos de reemplazo (*obs.pers.*), que forma parte de los procesos de reproducción asexual que posee el género *Gagea*, y posteriormente, llegado el aumento de luz y temperatura del invierno, comienza el crecimiento de las partes vegetativas epigeas que crecen a partir de las yemas de reemplazo.

A continuación comienza la siguiente fase del ciclo, la fase de crecimiento vegetativo, coincidiendo con las condiciones ecológicas del final de invierno y el inicio del periodo primaveral.

b.- Fase vegetativa y reproductiva. Características morfológicas del género *Gagea* Salisb.

Anual o bianualmente, aparecen los órganos vegetativos, que son relativamente tempranos, entre febrero y junio (julio), coincidiendo con el final del invierno y primavera, a veces prolongándose hasta inicio del periodo estival, y como sucede en otras Liliaceas, como *Fritillaria* L. (Dafni et al, 1981).

El desarrollo anual de los órganos vegetativos, incluyendo hojas, tallos, inflorescencias u otros órganos de multiplicación vegetativa. La morfología de partes aéreas son las partes fundamentales para conocer la taxonomía del grupo, pero también están fuertemente condicionadas por las condiciones ecológicas, dando en algunas especies a ecotipos, dependiendo de condiciones edáficas o microclimáticas (Heyn & Dafni, 1971; Dafni et al, 1981; Levichev 1999; Levichev *et al.* , 2006; Peruzzi *et al.* , 2007; Schnittler *et al.* , 2013).

Para los taxones ibéricos se pueden describir varias partes entre las partes epigeas, que crecen durante la fase vegetativa (Tison *et al.* , 2012; López, 2013), distinguiéndose:

- Tallo: Su tamaño varía notablemente incluso para un mismo taxon, de la que pueden encontrarse individuos con escapos desde 5 a 34 cm de altura; los tallos pueden ser erectos, macizos o fistulosos, de sección variable. En general portan las hojas en los dos tercios superiores, ocasionalmente algunos taxones puedan llevarlas también en el tercio inferior.
- Hojas: La estructura de los taxones es muy variables, y por tanto también el número de hojas. De manera general, en los taxones ibéricos, pueden aparecer una o dos hojas directamente del bulbo, llamadas hojas radicales o basales. A partir del bulbo nace el tallo o inflorescencia (term. según diversos autores), que también poseen hojas, que pueden denominarse brácteas u hojas caulinares (según term. anterior). Las hojas basales o radicales tienen una importante importancia taxónomica, tanto en el número, como forma, tamaño u anatomía. Las hojas caulinares son variables respecto a su disposición, como el tamaño, la forma, el número, etc. En cuanto a su disposición, los representantes ibéricos poseen hojas alternas u opuestas. El tamaño es variable según el tipo de hoja, posición en el tallo, y varía también en función del desarrollo alcanzado por la planta. Suelen ser lineares,

linear-lanceoladas o lanceoladas, pudiendo variar levemente en un mismo taxon en función de su posición en el tallo, sobre todo, las hojas de la inflorescencia, que suelen denominarse brácteolas.

- Inflorescencias: En los representantes ibéricos se distinguen principalmente inflorescencias simples, ramificadas, corimbiformes o umbelliformes. Considerándose de elevado interés taxonómico. Dentro de la inflorescencias hay que señalar la importancia del pedicelo, por su elevado interés taxonómico, pudiendo estar arqueado o erecto durante la floración y es muy variable en longitud, y pubescencia.

- Flores:

Perigonio. Integrado por seis tépalos libres dispuestos en dos verticilos de tres, a veces levemente desiguales en tamaño o forma. En los tépalos, se unan como caracteres taxonómicos: tamaño, forma, ramificación de la nerviación en el envés, coloración del envés, o pubescencia del envés.

Otros caracteres recientemente destacados, es la presencia de nectarios, junto a la base de las piezas periánticas, su forma y tamaño es de gran utilidad en la delimitación de las especies, siendo en unos casos cortos, anchos y ovales, redondeados o triangulares

Androceo. Está integrado por seis estambres de tamaño variable, pero que se reduce tras la anthesis, dorsifijos e introrsas, frecuentemente apiculadas y de color amarillo. Los filamentos son planos y pueden estar ensanchados en la base.

Gineceo. Está integrado por tres carpelos y presenta numerosos ovarios oblongoideos y que se prolonga en un estilo largo con estigma trifido. Posee numerosos primordios seminales por cavidad carpelar.

- Semillas: Aunque son difíciles de estudiar, poseen caracteres taxonómicos de interés en el tamaño, forma, y reticulación de la testa principalmente.

En cuanto a la fase sexual, se trata de plantas hermafroditas y protóginas. Se conoce poco sobre los procesos de polización, aunque se han estudiados diversos fenómenos reproductores (Oureta, 1986; Schnittler *et al.*, 2008; Peiffer *et al.*, 2012a), reconociéndose fenómenos de apomixis, sobre todo en taxones relícticos, que pierden su viabilidad por aislamiento geográfico, o bien, por influencia de las condiciones climáticas (Tison *et al.*, 2009), poliploidías o hibridación (Levichev, 1990d; Peruzzi *et al.*, 2008a; Peterson *et al.*, 2009; Pfeiffer *et al.*, 2012b).

3.9. Caracteres de valor taxonómico en el género *Gagea* Salisb.

Antes de analizar aquellos caracteres taxonómicos que puedan sernos útiles en el estudio de este grupo, haremos una introducción sobre el concepto de carácter taxonómico:

Un carácter taxonómico puede definirse como una estructura observable de un organismo, que puede utilizarse como herramienta en la construcción de clasificaciones distinguiéndolo de otros organismos próximos evolutivamente. Se habla por tanto, de taxones politéticos, y la descripción del taxón se basa en la designación de combinación

de caracteres (Sneath, 1962).

Mayr (1982) estableció que una clasificación de los caracteres taxonómicos en:

- a) Morfológicos: Morfología general externa. Estructuras reproductivas. Morfología interna. Estructuras embrionarias. Estructuras citológicas.
- b) Fisiológicos: factores metabólicos. Secreciones corporales. Factores génicos. Diferencias serológicas.
- c) Ecológicos: Hábitats y hospedadores. Alimento. Variaciones estacionales. Parásitos. Relaciones con el hospedador.
- d) Etológicos: Aislamiento reproductor. Patrones de comportamiento.
- e) Biogeográficos: Distribución geográfica. Relaciones simpátricas-alopátricas entre poblaciones.

El valor de los caracteres taxonómicos dentro de una clasificación dependerá de varios factores: importancia de los caracteres constantes, problemas de convergencias y del peso de caracteres dentro de la clasificación. La clasificación taxonómica también varía en función del taxón de estudio, desde clases, ordenes, familias, géneros, especies, o si seguimos las teorías cladísticas del S. XX, a nivel poblacional (Huxley, 1903-1904).

Los caracteres taxonómicos usados en las clasificaciones tradicionales del género *Gagea* Salisb. se han basado tradicionalmente en caracteres morfológicos externos. Como bien hemos visto en el apartado anterior, los valores taxonómicos tradicionales han sido insuficientes. Aunque en los últimos años, la utilización de dichos criterios ha ido en constante aumento: Braun-Blanquet & Maire (1925), Joshi (1940b) y Bayer & López (1999), utilizan caracteres morfológicos internos como la disposición de los haces vasculares en la anatomía vascular de hojas y tallos; Heyn & Dafni (1971) proponen incluir características morfológicas de bulbos y raíces, hojas basales (longitud, ancho y anatomía foliar) y caulinales (distancia y tamaño), periantio (forma y tamaño) y fruto (tamaño, forma y relación con el periantio). Kosenko *et al.* (1999) proponen estudios polínicos; Musicèk & Hronda (1974) y Peruzzi (2003) proponen estudios cariológicos; autores como Heyn & Dafni (1971), Montserrat (1981b), y Levichev (1999b) proponen el cultivo de material vivo, para análisis morfológicos, anatómicos y cromosómicos; además Levichev (1999), Peruzzi *et al.* (2007) y Tison *et al.* (2012) proponen el uso de ontogenia y anatomía de bulbos y bulbillos; y por último también se propone incluir fenómenos reproductivos, estudios ontogénicos y embriológicos y distintas condiciones ambientales a las que están sometidos (Levichev & Tison, 2004; Peruzzi & Tison, 2004a; Ferrer 2007; Levichev & Jezniakowsky, 2008).

A través de la bibliografía consultada, se crea una tabla, recopilando los caracteres morfológicos más destacados para las secciones del género *Gagea* con representantes en la Península Ibérica, principalmente pertenecientes a la secc. *Didymobolbos* (Tison *et al.* , 2012) (Tabla 3.2).

Bulbo, bulbitos and bulbilos:	Presencia de bulbilos basales juveniles	Presencia/ausencia
	Bulbo basal forma y maduración	no / sí / sí exerto / se reduce con la edad / desaparece con la edad
	Bulbilos aéreos o suprabasales inmaduros	no / sí sésiles / sí estipitado / sí sésiles o estipitado
	Número bulbilos suprabasales inmaduros	no / uno / grupo
	Bulbo de reemplazo	inserto / exserto/ exserto cuando son jóvenes
	Bulbo de reemplazo antiguo	no visible / mal visible / bien visible
	Raíces geotrópicas	ausente / presente / apenas presentes
	Tamaño del bulbo de reemplazo	Ausente / presente similar al bulbo/ menor que el bulbo
	Posición del bulbo de reemplazo	ausente / arriba / abajo / estolones
	Forma del bulbo de reemplazo	globosa / intermedio / subcilíndrico
	Número de escamas del bulbo:	muchos / 1/3
Hojas:	Primera hoja generales	dorsiventral / isolateral
	Número de haces vasculares en la primera hoja basal:	3 / 3-5 / 5-7 / 7 / 7
	Disposición de los paquetes de haces vasculares en la primera hoja vascular (sección)	ancho-U / amplio V / anillo subcircular/ semi-cilíndrica
	Cara adaxial de la primera hoja basal	no fistuloso / siempre fistuloso / fistuloso al madurar
	Anchura de la primera hoja basal (adulto):	a 1 mm / 1-2,5 mm / más de 2,5 mm
	Márgenes de la primera hoja basal (sección)	obtusos / agudo
	Base de la primera hoja basal	por lo menos parcialmente concrecente / amplexicaule
	Apice de la primera hoja basal	gratuito / parcialmente convoluto / convoluto
	Base de la segunda hoja basal	libre / concrecente / ausente o regresiva
Ápice de la primera hoja caulinar [tercera]	gratuito / parcialmente convoluto / convoluto	
Flores e inflorescencias:	Forma de la sección Pedúnculo	redondeada u oval / redondeado al ovoide y fistuloso / tetragonal / poligonal / poligonal y fistuloso
	Forma de la sección Pedicelo:	redondos a ovalados / triangular /irregular
	Longitud del pedicelo	15 mm / <15 mm
	Posición capullo floral	Patente, erecto / curvado /
	Tépalos	aguda / obtuso
	Color de la flor	amarillo / Blanco / otros /
	Tamaño de la flor	20 mm / <20 mm
	Número de flores	1 / más de 1
	Posición de las flores	erecto a patentes / asintiendo con la cabeza
	Antera apéndice:	ausente / el presente
	Estilo	normal / sésiles / apenas trilobulado
	Filamentos	Glabros/ pelosos
	Ovario:	Redondeado/ débilmente trígono/trígono
Pedúnculo aéreas bajo la primera hoja caulinar (en condiciones óptimas):	presente / ausente	
Frutos y semillas:	Semillas:	plano y triangular / piriformes con arilo /piriforme sin arilo
	Frutas:	erecto /patente / reflejo

Tabla 3.2. Recopilación de caracteres morfológicos de interés taxonómico (modif. de Tison *et al.*, 2012)

3.10. Estudio de microcaracteres en el género *Gagea* Salisb.

Pero para profundizar aún más en el desarrollo de esta Tesis Doctoral, se han tenido en cuenta el estudio de microcaracteres, que han adquirido una importante relevancia en las publicaciones de los últimos años mientras se desarrollaba la misma (Tison, 2009; Zarrei *et al.* 2010; Zarrei *et al.* 2011; Peruzzi *et al.*, 2012; Pfeiffer *et al.* 2012a, 2012b; Tison *et al.* , 2012; López, 2013; Schnittler *et al.* 2013; Akyol *et al.* , 2015; Beisenova *et al.* 2015).

Es por ello, que el estudio de microcaracteres, adquiere mayor valor taxonómico para el estudio del género, entre otros, el estudio anatómico de hojas (basales o caulinares), pedúnculos florales, epidermis y nectarios, así como el estudio de características polínicas o características cariológicas (Heyn & Dafni, 1971; Montserrat, 1981b; Kosenko, 1999; Levichev, 1999b; Zarrei & Zarre, 2005; Edwan, 2008; Zarrei *et al.* . 2010; Peruzzi *et al.*, 2012; Akyol *et al.* , 2015).

a. Características anatómicas del género *Gagea* Salisb.

En el género *Gagea* se ha señalado como caracteres de interés taxonómico en la anatomía de la sección transversal de las hojas: forma de sección transversal, la disposición y número de los haces vasculares (de valor taxonómico relativo, por depender de la zona elegida para efectuar los cortes), estructura del mesófilo, presencia de colénquima, presencia de esclerénquima, forma de la sección del pedicelo, presencia de colénquima en pedicelo, esclerénquima en pedicelo, y esclerénquima en tépalos, que aportan información muy valiosa desde el punto de vista fisiológico y taxonómico (Arber, 1918; Metcalfe, 1963; Esau, 1976; Zarrei *et al.* , 2010; Akyol *et al.* 2015).

Una de las características anatómicas más importantes y con mayor relevancia histórica en el estudio del género ha sido la sección transversal de hojas radicales. Dentro del estudio anatómico se incluye el aspecto o morfología del corte, el relieve, el tipo de accidentes que presentan la cara adaxial y abaxial, la disposición y número de haces vasculares, los tipos de células observables, los elementos esclerenquimáticos (presencia, abundancia, posición) y las células de la vaina parenquimática de los haces vasculares (Peruzzi *et al.* , 2007a; López, 2013; Akyol *et al.* 2015).

La variabilidad y plasticidad morfológica del género, influye también sobre los caracteres anatómicos, llegando a modificar, tanto la densidad del parénquima esponjoso, características del mesófilo, espacios aéreos, densidad de estomas, y tricomas de la cutícula (Zarrei *et al.* , 2010).

Por esto, a veces, se debe recurrir a otros caracteres anatómicos, adicionales y que pueden adquirir un importante valor taxonómico, como los estomas, destacando su presencia en la epidermis, disposición, tipo de células estomáticas, distribución, *ect.* (Edwan, 2008); o la existencia de nectarios, estructuras secretoras productoras de azúcares resultantes de los elementos aportados por el floema, como recompensa a los polinizadores, y que en *Gagea*, varían en su estructura desde simples superficies glandulares a estructuras vascularizadas. Pueden tener valor taxonómico, tanto su forma,

composición celular, o tamaño (Esau, 1976; Fahn, 1978).

En cuanto a los representantes del género en la Península Ibérica, tradicionalmente no han existido estudios anatómicos relevantes si bien, aunque existen algunos datos previos sobre taxones específicos [como *Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire (Bayer & López, 1988)], no es hasta los últimos años cuando se han producido numerosas aportaciones sobre taxones presentes en la Península (Tison, 2009; López, 2013; Akyol *et al.*, 2015).

b. Características palinológicas del género *Gagea* Salisb.

También, los estudios palinológicos son una herramienta de alto valor taxonómico, ayudando a profundizar en la clasificación sistemática, a distintos niveles de clasificación (familia, géneros, o especies), y que por tanto, también son aplicables a la familia Liliaceae, de acuerdo con Erdtman, (1952, reed. 1966), Nair & Sharma, (1965), Kosenko (1991, 1992, 1999), Kosenko and Levichev (1988), o Zarrei & Zarre, (2005).

Aunque existen trabajos anteriores sobre las características palinológicas de la familia Liliaceae (Fitzsche, 1836; Wunderlich, 1936; Erdtman, 1943, 1952; Van Campo, 1960), no es, hasta la propuesta metodológica realizada por Erdtman (1960), que establece una clasificación sistemática basada en las características de polen y esporas, cuando se realizan estudios clasificatorios comparativos de relevancia, sucediéndose, a partir de ésta propuesta, trabajos clasificatorios en la familia Liliaceae, basados en la morfología polínica [Nair & Sharma, 1965; Erdtman, 1952 (reed. 1966); Reitsma, 1970; Radulescu, 1972-1973, Takahashi, 1987; Díaz *et al.*, 1990; Özhatay & Koçyiğit, 2009]. Como características polínicas generales de la familia Liliaceae, se han descrito como granos de polen europolínicos, binucleados o rara vez trinucleados, heteropolar (rara vez subsopolar), planoconvexo, a veces biconvexo o circular en visión ecuatorial, y elíptico o circular en visión ecuatorial, generalmente monosulcados o inaperturados, de tamaño pequeño, mediano o grande, exina con ornamentación psilado-perforada, reticulada, verrucosa o espinulosa (Wunderlich; 1936; Reitsma, 1970; Diez & Pastor, 1985; Diez *et al.*, 1985a, 1985b; Díaz Lifante, *et al.*, 1990; Rudall *et al.*, 1997; Halbritter 2000; Stevens, 2001).



Tabla 3.7. Figuras recogidas por Halbritter (2000) en PalDat - a palynological database, para los granos de polén de *Gagea lutea* L. (a) deshidratados, (b) grano de polen en visión polar(distal) (c) grano de polen en visión (d) detalle de la apertura, (e) detalle de la exina.

Los estudios polínicos comparativos en el género *Gagea* se suceden con trabajos realizados por Diez *et al.* (1985a, 1985b), Levichev & Kosenko, (1988), Faegri & Iversen (1989), Moore *et al.* (1991), Kosenko (1991, 1999), Halbritter (2000), o Zarrei & Zarre, (2005), y cuyas características, sistema apertural monosulcado y tamaños similares (50-60 μm), le aproximan filogenéticamente a otros géneros, incluidos en la subfamilia Lilioideae, como *Tulipa* L. y *Fritillaria* L. (Diez *et al.* , 1985a, 1985b).

Especie	<i>G. iberica</i>	<i>G. foliosa</i>	<i>G. lacaitae</i>	<i>G. fistulosa*</i>	<i>G. lutea*</i>
Polaridad	Heteropolar	Heteropolar	Heteropolar	Heteropolar	Heteropolar
Simetría	bilateral	bilateral	bilateral	bilateral	bilateral
Forma	Plano convexo/elíptico	Plano convexo/elíptico	Plano convexo/elíptico	Plano convexo/elíptico	Plano convexo/elíptico
Tamaño P	25-43 (32.40 \pm 3.42)	25-35 (31.66 \pm 3.11)	26-37 (30.53 \pm 2.66)		
Tamaño E1	51-75 (59.05 \pm 4.59)	49-65 (59.45 \pm 4.93)	50-66 (58.33 \pm 4.49)		
Tamaño E2	30-42 (36.66 \pm 3.39)	32-40 (35.90 \pm 2.74)	30-37 (33.23 \pm 2.32)		
Relacion P/E2	0.43-0.72 (0.54 \pm 0.06)	0.48-0.6 (0.52 \pm 0.02)	0.43-0.63 (0.52 \pm 0.06)		
Sistema apertural	monosulcado	monosulcado	monosulcado	monosulcado	monosulcado
Grosor exina	2.5	2.5	2.5		
Ornamentación exina en cara distal	verrucosa	verrucosa	verrucosa	Reticulado-perforado	Perforado, pluricolumnar
Fuente	Diez <i>et al.</i> , 1985	Diez <i>et al.</i> , 1985	Diez <i>et al.</i> , 1985	Zarrei & Zarre, 2005	

Tabla 3.3. Datos polínicos de taxones ibéricos recogidas en varias publicaciones previas (Diez *et al.* , 1985a, 1985b; Diez, 1987; Zarrei & Zarre, 2005) (* datos no correspondientes a poblaciones ibéricas)

En cuanto a los taxones ibéricos del género *Gagea*, los primeros datos polínicos corresponden a Diez *et al.* , (1985), que recogen las características morfológicas de *G. iberica* (= *G. durieni* subsp. *iberica*), *G. foliosa* y *G. lacaitae* (= *G. polymorpha*) (revisión taxonómica posterior en Diez, 1987). Posteriormente no se han realizados trabajos que comparativos para el género. Podemos conocer las características descritas para éstos taxones en otras áreas de distribución, principalmente Europa (Faegri & Iversen, 1989; Moore *et al.* , 1991; Kosenko, 1999; Zarrei & Zarre, 2005).

Las características polínicas del género *Gagea*, con mayores diferencias taxonómicas son la forma, tamaño, y principalmente, la ornamentación o escultura de la exina en la cara proximal, identificando varios tipos de granos polínicos según su forma, composición celular, o tamaño, y permitiendo construir nuevas clasificaciones

infragenéricas (Kosenko, 1999; Zarrei & Zarre, 2005).

La descripción más actualizada sobre las características polínicas del género corresponde a Zarrei & Zarre (2005), que describen los granos de polén en el género *Gagea* como monadas, monosulcado, heteropolar, plano-convexo u ovado-elípticos en visión polar, bilaterales o biosimétricos, con tamaños medios a largos. La apertura es simple, distal-polar (ana-sulcado) elongada y reticulado en el lado proximal, con ápices agudos a redondeados. La exina es perforada o raramente tectada-columinada en el tectum. Muro sólido o compuesto, simple, dupli o pluricoluminado, con perforaciones de tamaños variables de 0.2 to 2.0 mm diámetro. La ornamentación o escultura de la exina de la cara proximal puede ser reticulado, microreticulado, perforado, foveolado o microreticulado-estriado (Nair & Sharma, 1965; Kosenko 1990, 1991; Zarrei & Zarre, 2005).

c. Características cariológicas del género *Gagea* Salisb.

Otros de los estudios que muchos autores han propuesto como herramienta para la ampliación de los caracteres diagnósticos utilizados en el género, son los estudios cromosómicos y moleculares (Heyn. & Dafni, 1971; Montserrat, 1981, Levichev, 1999; Levichev & Tison, 2004; Peruzzi & Tison, 2004a; Ferrer *et al.*, 2007).

Los primeros datos sobre el número cromosómico, aportados al género provienen de obras genéricas (Darlington, & Wylie, 1955; Fedorov, 1974; Ruiz, 1978; Montserrat, 1981; Moore, 1982) pero poco a poco aparecen los primeros estudios específicos, que destacan la importancia que supone el análisis cariotípico dentro del género *Gagea* Salisb. (Mesicek & Hronda; 1974; Moore, 1982), desde entonces se han sucedido estudios más completos en diversos países como Checoslovaquia (Mešicek & Hrouda, 1974), Turquía (Özhatay, 2002), o Italia (Peruzzi, 2003; 2008). Estos datos suponen aprox. un 26% de los taxones conocidos, con datos cariológicos de 67 potenciales taxones, de los 250 estimados para el género, siendo el número básico asignado a *Gagea* Salisb. $x=12$, si bien, existe una enorme diversidad de ploidías, que oscilarán desde $2n$ hasta $12n$ (Tamura, 1998; Peruzzi *et al.*, 2009).

En ocasiones, los estudios cariológicos suponen una complejidad adicional, porque entre los los fenómenos reproductivos del género, se encuentran diversos tipos de ploidías: poliploidía en varios representantes del género; endopoliploidía en otros casos (*Gagea lutea* (L.) Ker.Gawl.); e hibridación en otros taxones (Korzieradzca & al., 2007; Peterson & al., 2008; Pfeiffer *et al.*, 2012b) (tabla 3.4).

Complementariamente, estos fenómenos permiten establecer una relación evolutiva con los actuales grupos taxonómicos de categorías infragenéricas, y, establecer posibles relaciones infragenéricas. Por ejemplo, los números cromosómicos más bajos se encuentran en las secciones *Anthericoides* A. Terracc y *Platyspermum* Boiss., consideradas como las secciones posiblemente más antiguas dentro del género, mientras que otras secciones con altos números cromosómicos, se considerarían líneas evolutivas más recientes (Peruzzi *et al.* 2012).

Sección	Especie	notas	Diploidia	Locus	Fte. Bibliográfica
Didymobulbos	<i>G. arvensis</i> (Pers.) Dumort.		48	Europa, Checoslovaquia	Westergaard, 1936; Mesicek & Hrouda, 1974
	<i>G. bohémica</i> (Zauschn.) Schult. et Schult. f.		24, 36, 48, 60, 72	Israel, Turquía, Italia, Checoslovaquia, Sicilia, Córcega	Contandriopoulos 1962; Mesicek & Hrouda, 1974; Hey & Dafni, 1977; Özhatay 2002; Peruzzi and Bartolucci 2006; Peruzzi & Caparelli 2007; Peruzzi 2008
	<i>G. chaberti</i> A.Terrac.		36	Tunez	Peruzzi 2008
	<i>G. dubia</i> A.Terrac.		24; 48	Italia	Peruzzi and Bartolucci 2006; Peruzzi 2008; Peterson & al., 2009
	<i>G. durieui</i> Pascher var. <i>vestita</i>		24; 36 36	España Italia	Rejón, 1978 Corsi & al., 1996
	<i>G. foliosa</i> (J. et C.Presl) Schult. et Schult. f.		36	Sicilia	Peruzzi and Aquaro 2005; Peruzzi 2008
	<i>G. granatellii</i> (Parl.) Parl.		24, 36, 48	Italia, Sicilia	Peruzzi and Aquaro 2005; Peruzzi and Bartolucci 2006; Peruzzi 2008; Peterson & al., 2009
	<i>G. mauritanica</i> Durieu		36	Italia, Francia	Peruzzi and Aquaro 2005; Peruzzi 2008;
	<i>G. nevadensis</i> Boiss.		24 36	Portugal Cerdeña	Loon, 1982 Martinoli 1950
	<i>G. soleirolii</i> F.W.Schultz ex Mutel		36	Europa	Martinoli, 1950
		<i>G. villosa</i> (M.Bieb.) Sweet		(18) 24, 48, (60,72)	Asia, Europa, Turquía, Alemania, Checoslovaquia, Israel, Asia,	Mesicek & Hrouda, 1974; Uhríkova & Majovsky, 1978; Hey & Dafni, 1977; Davlianidze & Levichev, 1987; Reynaud & al., 1993; Özhatay 2002; Henker 2005; Peruzzi and Aquaro 2005
Fistulosae	<i>G. fragifera</i> (Vill.) Bayer & López		48, 60, 80, 84	Italia, Sicilia	Bianchi, 1946; Peruzzi and Aquaro 2005; Peterson & al., 2009
Gagea	<i>G. lutea</i> (L.) Ker.- Gawl.		(12) 24, 36, 48, 72, (128)	Suecia, Japón, Austria, Checoslovaquia, Islas Británicas, Europa Himalayas, Alemania, Italia, India, Cárpatos	Sakamura & Stow, 1926; Tischler, 1934; Matsuura & Sato, 1935; Westergaard, 1936; Malik, 1961; Mesicek & Hrouda, 1974; Krichphalushi, 1989; Dempsey & al., 1994; Lökvist & al., 1999; Greilhuber <i>et al.</i> 2000; Henker 2005; Peruzzi and Aquaro 2005; Kozieradzka-Kiszkurno & al., 2007; Peterson & al., 2009
		subsp. <i>burnatii</i>	24	España	Laínz, 1976
		var. <i>brentae</i>	72	Alemania	Henker 2005
		var. <i>glauca</i>	72	Alemania	Henker 2005
		var. <i>orosiae</i>	72	España	Montserrat, 1981
		<i>G. pratensis</i> (Pers.) Dumort.		24, 36, 48	Alemania, Turquía, Checoslovaquia, Italia, Polonia, Asia, Suecia	Mesicek & Hrouda, 1974; Májovsky & al., 1976; Pogan & al., 1980; Davlianidze & Levichev, 1987; Lovkvist & Hultgard, 1999; Özhatay 2002; Henker 2005; Peruzzi and Aquaro 2005; Peruzzi 2008; Peterson & al., 2009

Tabla 3.4. Datos cariológicos de taxones presentes en la Península Ibérica, según diversas fuentes bibliográficas. Se recoge especie, recuento cromosómico, locus de estudio (en negrita, locus correspondientes a la P. I.) y referencia bibliográfica.

3.11. Corología del género *Gagea* Salisb.

Otro apartado importante en el desarrollo de la presente Tesis Doctoral, es el estudio de la Corología. Esta disciplina, nos permite conocer la distribución geográfica de los seres vivos, siendo una rama fundamental de la Biogeografía. El análisis comparativo de las áreas de distribución dentro del género, aporta importante información sobre su el área de distribución específica de cada taxón, factores limitantes, amplitud genética y variabilidad, origen, dispersión, evolución, y posibles patrones de variación (Izco *et al.*, 1997; Rey *et al.* , 2002; Gimenez *et al.* , 2004)

El análisis del área de distribución mundial realizado por Levichev (1999), dividía su distribución en cinco grandes unidades geográficas (Suroeste asiático, Mediterráneo, Europea, Este asiático, Siberia). Posteriormente, tras la inclusión de representantes del género *Lloydia* dentro del género *Gagea*, se amplió el área de distribución mundial a siete regiones, incluyendo la región Ártica y Norteamérica (Peterson *et al.* 2008, 2019).

Es así como conocemos que el género *Gagea* Salisb. es un grupo de distribución principalmente Euroasiática, y que se extiende hacia el norte de África, todo el área mediterránea y Norteamérica (Mesicek & Hronda, 1974; Levichev, 1999; Govaerts, 2003; GBIF 2012; Peterson *et al.* 2016, 2019).

El sudoeste asiático, dónde tres cuartas partes de las especies presentes son endemismos, tendría dos centros de diversidad del género (Tian Shan y Pamir-Alai), de la que habría evolucionado un grupo ancestral de representantes del género, pero además existirían otras regiones con alta diversidad en el género, como centros especiación secundarias, como la region irano-tunecina, haciendo de nexo de unión con la region Mediterránea (Leviachev; 1999; Peterson *et al.*, 2016, 2019).

Region	Nº especies	% riqueza respecto a la riqueza total del género	Nº especies que no exceden el área de distribución
1. Suroeste asiático	170	72	136
2. Mediterráneo	36	15	21
3. Europea	46	19	22
4. Este asiático	21	9	9
5. Siberia	15	6	5
Total taxones	237	100	
Península Ibérica	16	6,5	3?

Tabla 3.5. Bioversidad del género *Gagea* Salisb. en las diferentes regiones geográficas (modif de Levichev, 1999; Peterson *et al.* 2019) [Entre los taxones pueden haberse incluido sinónimos y nombres inválidos (Govaerts, 2003)]. Datos peninsulares incluyendo subespecies (López, 2013).

Respecto a su distribución en la Península Ibérica, los taxones de éste género están repartidos por toda la geografía peninsular, incluyendo las Islas Baleares. Sin embargo, hasta la primera referencia expresa, que corresponde a Ramond & Lamarck en 1779 (*Flora Française*), los materiales correspondientes a estos taxones habían pasados desapercibidos en el territorio. Hoy existe un mapa corológico muy completo, conformando su distribución a nivel nacional, con datos correspondientes a anotaciones corológicas publicadas principalmente en los últimos 30 años (Montserrat, 1981b; Bayer & López, 1988a; Ferrer & Guara, 2007; Ferrer *et al.*, 2007; Tison *et al.*, 2009; Anthos, 2010; GBIF, 2012; López, 2013).

En cuanto al Suroeste peninsular, existe igualmente una amplia distribución por todo el territorio, si bien, está asociado a áreas conservadas o ecosistemas sin perturbaciones. Las anotaciones más antiguas corresponden a Terracciano (1905a, 1905). Aunque existen datos posteriores de anotaciones corológicas específicas [Montserrat, 1981b; Ruiz (1984; 1995); Sardinero, 1994; Vázquez *et al.*, 2004; Gutiérrez, 2008; Gutiérrez & Vázquez, 2009a, 2009b] que conforman el mapa corológico del género en este territorio.

3.12. Representantes del género *Gagea* Salisb. en la Península Ibérica

Gracias a los estudios corológicos, conocemos cuales son los representantes del género *Gagea* Salisb. en la Península Ibérica. Las primeras referencias corresponden a: Ramond & Lamarck (*Flora Française*, 1779) que reconocen la presencia de *Gagea liotardii* (Sterbn.) Schult. & Schult. fil. (sub. *O. fistulosum* (Ram. Ex DC.) Ker Gawl en los Pirineos; Willdenow (1809, *Enumeratio plantarum*) que cita la presencia de *Gagea bohémica* (Zauschn.) Schult. & Schult. fil. (sub *O. pygmaeum* Willd.), y Boissier (1839-1842, *Voyage midi espagne*) que describe dos nuevos taxones para la Península Ibérica (*G. polymorpha* Boiss. y *G. nevadensis* Boiss.)

Durante el siglo XX, las publicaciones que destacan sobre el material ibérico fueron realizadas por Terracciano, A. (1905a, 1905b), Heywood & Chater (1978) y Bayer, & López (1988, 1991). Arrojaron algo de luz sobre el material peninsular, sin embargo, como hemos comentado anteriormente, los problemas taxonómicos asociados a este género impidieron aclarar definitivamente otras cuestiones (Bayer & López, 1988a; Ferrer *et al.*, 2007).

Afortunadamente, las publicaciones de los últimos años aportan mayor información sobre los taxones presentes en la Península Ibérica, destacando Ferrer *et al.* , (2007) Tison (2009) y Lopez (2013). En la actualidad, las especies comúnmente aceptadas en la geografía peninsular, según las fuentes bibliográficas consultadas (Govaerts, 2003; 2006; IPNI, 2008; Ferrer *et al.* , 2007; GBIF, 2012; López, 2013; Peterson *et al.* , 2019) son las siguientes:

Gagea bohémica (Zauschner) Schult. & Schult. f., in J. J. Roemer & J. A., 7: 549 (1829)
Gagea dubia A.Terracc., Boll. Soc. Orto Palermo, II, 3: 6 (1904).

- Gagea durieni* Parl. ex Batt. & Trab., Fl. Algérie, Monocot.: 73 (1895) (sub. *Gagea foliosa* subsp. *durieni* (Parl.) G. López in López, 2013).
- Gagea elliptica* (A.Terracc.) Prain, Index Kew., Suppl. 3: 78 (1908) (sub. *Gagea foliosa* subsp. *elliptica* A. Terrac. in López, 2013)
- Gagea foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schultes & Schultes fil., Syst. Veg. 7(2):1703 (1829).
- Gagea foliosa* subsp. *nevadensis* (Boiss.) O.Bolòs, Masalles & Vigo, Collect. Bot. (Barcelona) 17: 95 (1987 publ. 1988).
- Gagea granatellii* (Parl.) Parl., Fl. Palerm. 1: 276 (1845) (sub. *Gagea lacaitae* A. Terrac. in López, 2013).
- Gagea liotardii* (Sternb.) Schult. & Schult.f. in J.J.Roemer & J.A.Schultes, Syst. Veg. 7: 545 (1829).
- Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., Bot. Mag. 30: t. 1200 (1809).
- Gagea mauritanica* Durieu, Expl. Sci. Algérie, Atlas: t. 45 bis, f.4 (1850).
- Gagea pratensis* (Pers.) Dumort., Fl. Belg.: 140 (1827).
- Gagea soleirolii* F.W.Schultz, Arch. Fl. France Allemagne 1: 8 (1848).
- Gagea villosa* (M.Bieb.) Sweet, Hort. Brit.: 418 (1826)
- Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire (Belmonte, 1986; López & Bayer, 1988)

3.13. Representantes del género *Gagea* Salisb. en el Suroeste peninsular

De manera específica, en el Suroeste peninsular las referencias más antiguas del género, corresponden a Terracciano (1905a, 1905b), que recoge la presencia de *G. iberica* A. Terrac. y *G. pratensis* (Pers.) Dumort, dentro de este territorio. Ampliado posteriormente por diversas publicaciones, destacando Ruiz (1984, 1995), Montserrat (1981), Devesa, eds. (1995) o López (2013).

Los estudios llevados a cabo durante el desarrollo de la presente Tesis Doctoral, recogen al inicio de la misma, un total de 7 taxones, dentro del Suroeste Peninsular, que se detallan a continuación, junto con la fuente bibliográfica:

- *Gagea elliptica* (A. Terrac.) Prain (Ruiz 1994; Devesa eds., 1995; GBIF, 2012; López, 2013 [sub. *Gagea foliosa* subsp. *elliptica* A. Terrac])
- *Gagea foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schultes & (Ladero, 1970; Belmonte, 1986; Lopez, 2013)
- *Gagea iberica* A. Terrac (Terracciano, 1905a ; GBIF, 2012)
- *Gagea lusitanica* A. Terrac (Terracciano, 1905^a; GBIF, 2012)
- *Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire (Belmonte, 1986; López & Bayer, 1988)
- *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort (Terracciano, 1905a; Santos *et al.* , 1989 ; Vázquez, et al 2004, GBIF, 2012; Lopez, 2013)
- *Gagea soleirolii* F. W. Schultz (Amor el al., 1993; Montserrat,1981; Ladero, 1970; Carrasco de Salazar,1981; Devesa eds., 1995; GBIF, 2012; Lopez, 2013)

4. OBJETIVOS

4. OBJETIVOS GENERALES

En relación a los problemas históricos, nomenclaturales o taxonómicos, que hemos enumerado para el género *Gagea* Salisb. y especialmente, en el suroeste peninsular, y con el fin de comprender mejor la diversidad del género, se plantean los siguientes objetivos:

- 5.1. Realizar una revisión nomenclatural y taxonómica del género, recopilando y analizando múltiples descripciones originales, materiales tipo, materiales de herbarios clásicos y obras o publicaciones específicas. La revisión incluye todos los taxones citados para la Península Ibérica, y por extensión, materiales descritos en el Mediterráneo Occidental.
- 5.2. Desarrollar una metodología de estudio detallada a nivel morfológico (biometría, macro o microcaracteres), anatómico, cariológico, corológico o ecológico, para comprender la variabilidad morfológica, a niveles inter o intrapoblacionales, de los taxones presentes en el suroeste peninsular, y sus relaciones con taxones próximos filogenéticamente presentes en la Península o Mediterráneo Occidental.
- 5.3. Conocer la corología de los representantes del género en la Península Ibérica, que junto a procesos reproductivos o cariológicos, expliquen fenómenos evolutivos y relaciones filogenéticas.
- 5.4. Analizar la diversidad del género *Gagea* Salisb. en el suroeste peninsular, aportando nuevos datos corológicos, construyendo nuevas descripciones, iconografías o claves específicas, o bien, describiendo nuevos taxones para la ciencia.
- 5.5. Aportar una síntesis genérica para los representantes del género *Gagea* Salisb. en el Suroeste peninsular, basada en los datos morfológicos, anatómicos o cariológicos disponibles, atendiendo a las relaciones filogenéticas con taxones del mediterráneo occidental.

GENERAL AIMS

Regarding both taxonomical and nomenclatural historic questions we have listed for the genus *Gagea* Salisb., especially in the southwestern peninsula, as well as with the aim of a better understanding of its diversity, we set the following objectives:

1. To make a nomenclatural and taxonomic review of the genus, collecting and analyzing many original descriptions, type materials, classic herbarium materials as well as studies or specific publications. The review includes all taxa cited for the Iberian Peninsula, and by extension, materials described in the Western Mediterranean.
2. To develop a detailed methodology of study at morphological (biometrics, macro- or micro-characters), anatomical, karyological, ecological or chorological levels, to understand the morphological variability, at inter-or intrapopulation levels, of taxa present in the southwestern peninsula, and their relationship with phylogenetically close taxa present in the Iberian Peninsula or in the Western Mediterranean.
3. To find out the chorology of the representatives of this genus in the Iberian Peninsula which, together with reproductive or karyological processes, could explain evolutionary phenomena and phylogenetic relationships.
4. To analyze the diversity of genus *Gagea* Salisb. in southwestern iberian peninsula, providing new chorological data, either building new descriptions, iconographies and specific keys, or describing new taxa to science.
5. To provide a generic summary of the representatives of genus *Gagea* Salisb. in the southwestern iberian peninsula, based on available morphological, anatomical or karyological data, according to the phylogenetic relationships with the mediterranean area.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

En este apartado de la Tesis Doctoral, se recoge el material y métodos utilizados para el desarrollo del presente trabajo, aunque de manera concisa, ya que estos apartados están además descritos en los resultados mostrados a continuación.

Además, este bloque está íntimamente ligado a los resultados de estudios identificativos y taxonómicos, puesto que, en todo momento, se considerará como la base de nuestros estudios, y por tanto, existirá una relación recíproca entre los resultados y los materiales y métodos que se fueron desarrollando, como se puede observar en el esquema del diseño experimental (Figura 5.1). En ocasiones, estos resultados hacen modificar la metodología aplicada de manera puntual, y por tanto, la metodología de trabajo de esta tesis ha sido muy amplia y adaptativa, tanto a las necesidades técnicas, como a los recursos y temporalización disponibles para su realización.

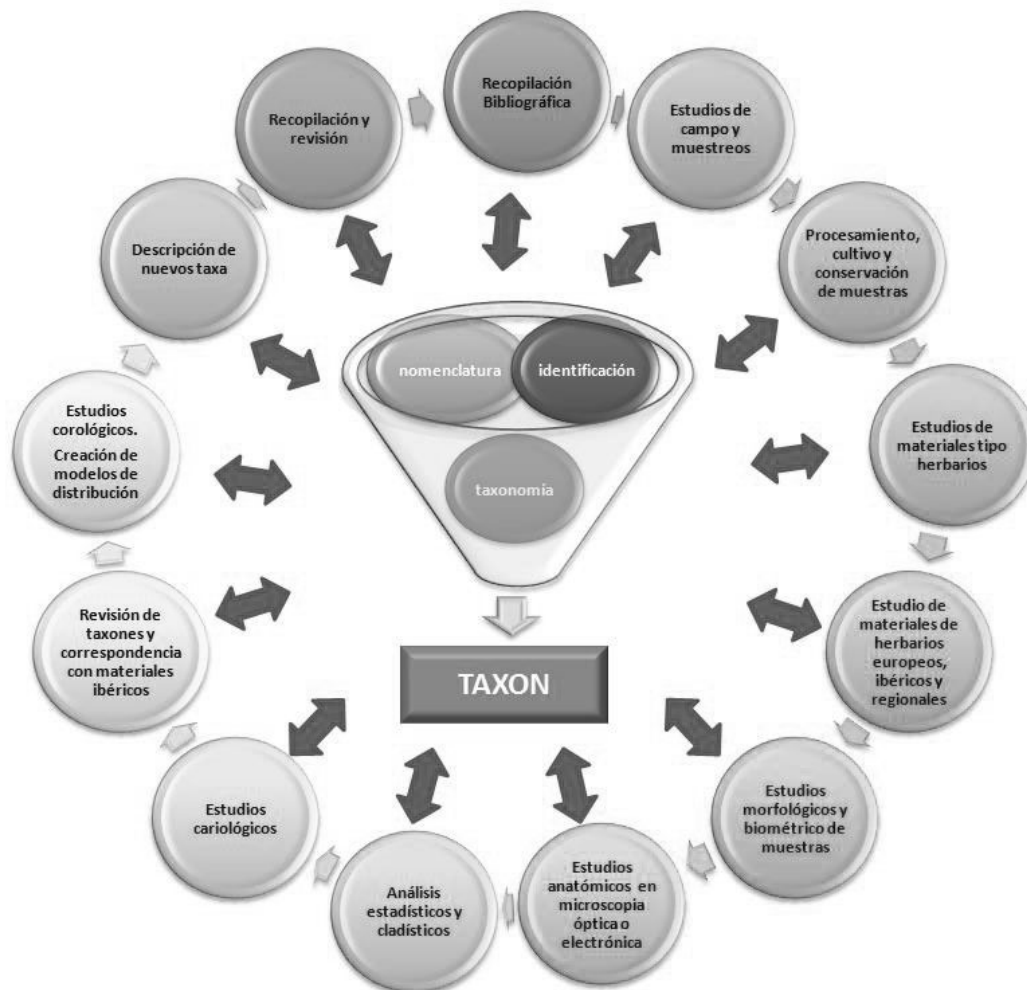


Fig. 5.1. Diseño experimental seguido en el desarrollo de la Tesis.

La metodología y medios disponibles para cada apartado, así como sus principales objetivos, se esquematizan a continuación:

- Búsqueda bibliográfica
- Área y material de estudio.
- Recolección y toma de datos
- Procesamiento de las muestras
- Identificación y caracterización taxonómica
- Morfología
- Estudios biométricos
- Técnicas de microscopía óptica y electrónica
 - Secciones anatómicas
 - Nectarios
 - Estudios palinológicos
- Cariología
- Caracterización corológica, ecológica y fenológica
- Análisis de la información y redacción

Cada uno de estos apartados, como hemos dicho, tienen unos objetivos concretos y una metodología de desarrollo concreta, pero pueden complementarse entre ellos, haciendo que la metodología sea activa y continuamente revisada, igual que sucede con los resultados obtenidos.

A modo de resumen, los materiales y métodos utilizados para el desarrollo de la tesis se exponen en los siguientes apartados:

5.2. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.

Se realizó una profunda revisión bibliográfica sobre el género, recopilando información sobre su Taxonomía, descripciones originales, Iconografía, Anatomía, Filogenia, Cariología o Corología, a través de bibliotecas digitales, bibliotecas especializadas, jardines botánicos, o revistas científicas.

La búsqueda comenzó con las obras originales y obras clásicas de la literatura botánica, así como recopilación de información sobre los botánicos clásicos del género *Gagea* (Fuchs 1547; Linneo, 1753; Persoon 1794; Pallas, 1795; Salisbury, 1806; Parlato 1845; Pascher 1904, 1906; Terraciano 1905a, 1905b; Coutinho, 1913; Sampaio, 1932; Braun-Blanquet & Marie, 1925, entre otras).

Esta recopilación nos aporta información complementaria sobre sus herbarios de referencia, para la localización de materiales tipo, o bien, identificar materiales digitales a través de plataformas web. Afortunadamente, para desarrollar este apartado se dispone de una serie de recursos on line que facilitan el trabajo recopilatorio: Biblioteca Digital del Real Jardín Botánico de Madrid, Botanicus (Web-based encyclopedia of historic botanical literature from the Missouri Botanical Garden Library), Checklist of Monocotyledons (Govaerts *et al.*, 2006), The International Plant Names Index- Kew Garden (INPNI, 2008-2020).

Después la búsqueda se amplió a obras del S. XX., donde el género vuelve a cobrar importancia dentro del mundo científico, sucediéndose algunos avances en el conocimiento del género principalmente desde los años 70, como las aportaciones de Joshi (1940), Davlianidze (1972), Richardson (1978), Heyn & Dafni (1977), Montserrat (1981), Bayer & López (1988a, 1988b), Kosenko & Levichev (1988), o Levichev (1999a, 1999b).

Este interés por estudiar y comprender este género se ha incrementado aún más, aumentando las aportaciones científicas en los últimos años, coincidiendo con el desarrollo de esta tesis (López, 2013; Levichev & Ali, 2006; Peterson, *et al.* , 2008, 2009, 2011, 2019; Peruzzi & Tison, 2004, 2005, 2006; Peruzzi *et al.* , 2008, 2009, 2011; Pfeiffer *et al.* , 2012; Tison, 2009; Tison *et al.* , 2013; Schnittler *et al.* , 2011, 2013; Zarrei *et al.* , 2009, 2010, 2012), y por ello, la bibliografía con la que se ha trabajado durante el desarrollo de esta tesis ha sido continuamente revisada y ampliada, hasta completar una extensa base de datos sobre el género *Gagea*.

5.3.ÁREA Y MATERIAL DE ESTUDIO.

El estudio de investigación se centra en el estudio del género *Gagea* en el Suroeste peninsular. Sin embargo, la necesidad de contrastar los materiales y descripciones con el resto del Mediterráneo, implica ampliar los estudios a materiales de todo el Mediterráneo Occidental, y principalmente aquellos taxones descritos o citados para la Península Ibérica.

Como material estudio taxonómico, se cuenta con el material herborizado en las instituciones recogidas en la tabla 1 (abrev. Thiers, 2016).

Junto al material de base se realizaron nuevas prospecciones y recolecciones, especialmente en Extremadura y territorios próximos, hasta completar varios puntos de la geografía peninsular, principalmente en el suroeste del territorio. Las muestras recolectadas se incorporan como material de estudio, además de aportar nuevos datos corológicos para los taxones del género *Gagea*.

SIGLAS	HERBARIO	CIUDAD	PAIS
VAL	Herbarium Universitat de València	València	España
BGBM	Herbarium Berolinense Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem	Freie Universität Berlin	Alemania
MAF	Herbarium Facultad de Farmacia	Universidad Complutense Madrid	España
MGC	Herbarium Universidad de Málaga	Málaga	España
SALA	Herbarium Universidad de Salamanca	Salamanca	España
SEV	Herbarium Universidad de Sevilla	Sevilla	España
UEX	Herbarium Universidad de Extremadura	Badajoz	España
COI	Herbarium Universitatis Conimbrigensis	Coimbra	Portugal
LISI	Herbarium Instituto Superior de Agronomia	Lisboa	Portugal
LISU	Herbarium Museu Nacional de História Natural	Lisboa	Portugal
PO	Herbarium Universidade do Porto	Porto	Portugal
G	Herbarium Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève	Genève	Switzerland
LAU	Herbarium Musée et Jardins Botaniques Cantonaux	Lausanne	Suiza
Z	Herbarium Zurich	Zurich	Suiza
GAT	Herbarium Gatersleben	Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	Alemania
BM	Herbarium The Natural History Museum	London	Inglaterra
HSS	Herbarium Centro de Investigación La Orden	Mérida	España
MA	Real Jardín Botánico de Madrid	CSIC, Madrid	España
H-Pérez-Chiscano	Herbarium pers. J.L. Pérez-Chiscano	Villanueva de la Serena	España
L-LEIDEN	Nationaal Herbarium Nederland	Leiden	Noruega
HSS	Ciencia, la Tecnología y la Innovación	Mérida	España
Herbier pers. Tourlet	Université François-Rabelais	Tours	Francia
MPU	Herbarium Université Montpellier 2	Montpellier	Francia
LY	Herbarium Rouy	Herbier Université LYON	Francia
P	Herbarium París	Muséum national d'Histoire naturelle d' Paris	Francia
K	Herbarium Herbarium of The Royal Botanic Gardens	Kew London	Inglaterra
FI	Herbarium Natural History Museum	Firenze	Italia
PAL	Herbarium Mediterraneo Panormitanum Orto Botanico di Palermo	Palermo	Italia
PCR	Herbarium Charles University in Prague	Praha	República Checa

Tabla 5.1. Herbarios con material herborizado del género *Gagea* Salisb. objeto de estudio (Holmgren & Holmgren, 1998; Thiers, 2016).

5.4. RECOLECCIÓN Y TOMA DE DATOS

Las prospecciones y recolecciones fueron realizadas desde 2007 hasta 2019, en los meses de Febrero a Junio, periodo que coincide con el desarrollo de la fase vegetativa del género *Gagea* en el territorio peninsular. Las prospecciones se realizaron en gran parte del territorio peninsular, principalmente el Suroeste de la Península Ibérica, según se representa en la Fig. 5.2.

Las recolecciones en campo se realizaron anotando datos geográficos, fecha, recolector (es), hábitat y otras observaciones.

Para el procesado de las muestras vegetales se siguió la metodología habitual para la conservación de pliegos en herbarios: prensado, desecación, montaje, etiquetado, congelación/desecación y almacenaje, quedando depositadas en Herbario HSS, del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura CICYTEX (Junta de Extremadura).

Junto con las recolecciones para herbario, se procesaron muestras destinadas a estudios anatómicos y cariológicos, y se recolectaron muestras para cultivo, lo que permitió el seguimiento preciso de los estadios vegetativos, la fenología, y maduración de semillas. Igualmente se toman fotografías de los taxones y de su entorno, que nos facilitarán recuperar de nuevo la información visual de campo y los caracteres más significativos.

Se marcó como criterio durante la recolección, buscar la máxima variabilidad de las poblaciones, identificando in situ posibles taxones, variabilidad morfológica, patrones reproductivos o ecotipos, para poder recoger información adicional para estudios morfológicos, anatómicos o cariológicos. Y complementariamente, se trató de incluir toda la diversidad de hábitats del territorio estudiado.

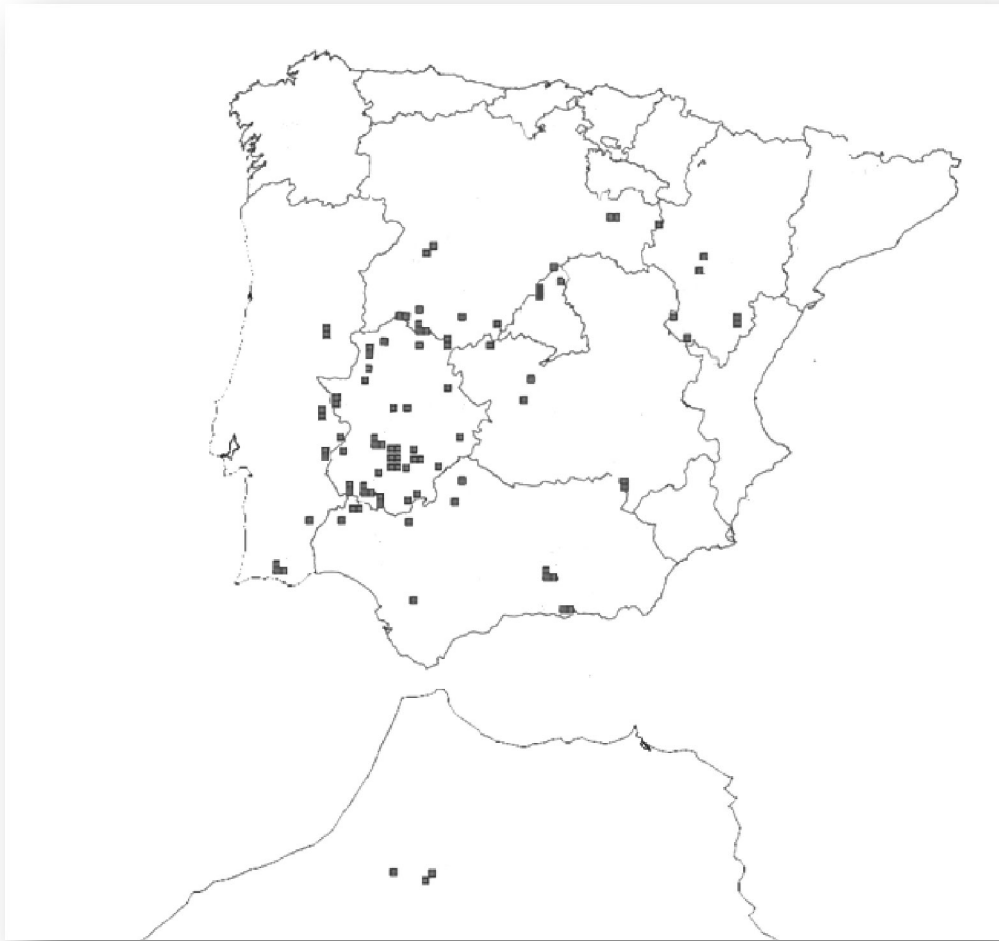


Fig 5.2 Prospecciones realizadas entre los años 2007/2019 donde se localiza la presencia de *Gagea Salisb.* (UTM 10x10), integrándose como materiales de estudio.

5.5. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA

Se identificaron previamente la presencia de 6 especies en la Península Ibérica, sin embargo hubo materiales que requerían nuevas revisiones y estudios más específicos, ampliando los trabajos taxonómicos.

El trabajo bibliográfico y recopilatorio previo, nos ayudó a estudiar descripciones originales, materiales tipos, tipificaciones recientes y claves de identificación (Maire, 1958; Richardson, 1980; Bayer & López, 1988; Ferrer et al, 2007a, 2007b; Tison, 2004, 2009, 2012; López, 2013), que fueron utilizados para el estudio de todos los taxones descritos para el mediterráneo occidental.

Tras esta recopilación, se estudiaron, revisaron e identificaron materiales tipo o de materiales del locus tipo, de estos taxones, así como todos los materiales ibéricos señalados anteriormente. Complementariamente se realizó una profunda revisión taxonómica siguiendo los criterios nomenclaturales, marcados por el Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (denominado Código Internacional de Nomenclatura Botánica hasta el XVIII Congreso de Botánica, Melbourne, 2011; Viena, 1905; Melbourne, 2011; McNeill & Turland, 2011; Shenzhen, 2018). Para la transcripción de etiquetas y citar los materiales estudiados se ha usado una simplificación del método empleado por Burdet *et al.* (1981) utilizándose el estilo cursiva o itálica para el texto manuscrito, manteniéndose el estilo normal para el texto impreso, respetándose en este último caso el resto de formatos originales (mayúsculas, versales, etc.).

Una vez que todos los materiales descritos para el Mediterráneo Occidental fueron revisados, se procedió a su completa caracterización y contraste con los materiales del suroeste peninsular, ajustando la variabilidad morfológica o variaciones poblacionales a dichas descripciones. Este trabajo dio lugar a varias publicaciones recogidas en el apartado de Resultados.

Para completar el trabajo taxonómico se realizan descripciones, identificación de materiales tipo, iconografía, y claves dicotómicas, que completan el estudio de los taxones ibéricos. En aquellas ocasiones en las que se identificaron nuevos taxones se realizaron las descripciones taxonómicas pertinentes. Estos trabajos también se encontrarán en el apartado Resultados, en los capítulos 6. 6. y 6.7.

La descripción taxonómica, así como los estudios realizados, fueron apoyados en los trabajos complementarios que se detallan a continuación como estudios de Biometría, Anatomía, Palinología, o Cariología, de manera que podamos utilizar la mayor diversidad de caracteres posibles y acorde a nuestros medios.

5.6. MORFOLOGÍA

El estudio morfológico de los materiales de herbario y materiales recolectados, se basa en el estudio macroscópico o microscópico de aquellos caracteres que seleccionamos como diagnósticos para el género (Heyn & Dafni, 1971; Zarre *et al.* 2010; Tison *et al.* , 2012).

El material de estudio son los pliegos de herbario mencionados, muestras vivas y material cultivado, así como los datos aportados en algunas referencias bibliográficas (Terracciano, 1905a, 1905b, 1905d; Bayer & López, 1988a, 1988b; Ferrer *et al.* 2007a, 2007b; López, 2013, entre otros).

La metodología se basa en las características morfológicas específicas de las gageas teniendo en cuenta la morfología del conjunto bulboso, partes aéreas, hojas radicales, presencia de bulbitos asexuales subterránea, aérea o axilar, presencia de pubescencia, tipos de inflorescencias o morfología de tépalos. Para ello se hace una selección previa de caracteres de valor taxonómico, evaluando los caracteres que puedan servirnos en la identificación de especies, ya sean de tipo cualitativos y cuantitativos. Inicialmente se diseñó una metodología específica de trabajo, diseñando protocolos específicos con fichas de trabajo, estudio de caracteres taxonómicos, toma de medidas estandarizadas, etc., aunque en ocasiones estos protocolos fueran revisados en función del grupo estudiado y la variabilidad morfológica entre ellos.

La caracterización morfológica se realizó a nivel macroscópico, o bien, para microcaracteres mediante una lupa binocular, como se especifica en los capítulos 6.6, 6.9 o 6.10 en el apartado de resultados.

Los estudios morfológicos fueron realizados preferiblemente de materiales tipo, y en otros, en plantas del “*locus typus*”, o “*locus classicus*”, si bien se trató de incluir la mayor variabilidad morfológica posible, incluyendo la mayor parte del área de distribución y el mayor número de poblaciones posibles de cada taxón. Igualmente, se ha procurado estudiar el mayor número de ejemplares procedentes de la misma población, para analizar toda la diversidad morfológica en todo el rango de distribución de los taxones implicados, pudiendo así analizar tanto la variabilidad interespecífica como la infraespecífica del taxón estudiado, como se muestra en los capítulos 6.8 o 6.9.

Los resultados del análisis realizado se muestran en cuadros sinópticos, diagramas o esquemas, destacando las diferencias o analogías entre los taxones estudiados, que permitan construir claves dicotómicas específicas para la determinación de taxones del género *Gagea* en el mediterráneo occidental.

5.7. ESTUDIOS BIOMÉTRICOS

El estudio biométrico detallado de caracteres cuantificables, nos permite realizar un análisis morfo-biométrico adicional. Para ello, se realizan medidas en diversos materiales: a) directamente sobre materiales de herbario, o bien, mediante una lupa binocular; o b) imágenes digitales escaladas de materiales fotografiados en herbario o procedentes de herbarios digitalizados en la web. Los datos resultantes se analizan estadísticamente, y a través de un análisis cladístico, teniendo en cuenta diversos parámetros en función del grupo estudiado o trabajos realizados (capítulos 6.9 o 6.10), incluyendo características morfológicas, biométricas, reproductoras o anatómicas, y cuyo resumen se muestra en la tabla 6. Los parámetros incluidos fueron ajustados a cada grupo taxonómico concreto, dependiendo de las relaciones filogenéticas o semejanza morfológica entre taxones, y según fueran las necesidades del estudio realizado. En el análisis, los datos se incluyen como caracteres cuantitativos o biométricos, cualitativos (morfológicos, anatómicos o palinológicos), o ambos caracteres (transformándolos a datos binarios) (Sneath & Sokal, 1973; Podani, 1999; Peruzzi *et al.*, 2007, 2008, 2011, 2012) índices de similitud y análisis de componentes principales (PCOA) (p.e. capítulo 6.9 y 6.10).

Los datos biométricos utilizados siguen el esquema recogido en la fig 5.8.

PLANTA	longitud total planta (SIN HR)
DISTANCIAS DEL TALLO	Distancia B - 1ª HC
	Distancia 1ª HC - 2ª HC
	Distancia última HC - 1ª HB
BULBO	Tamaño bulbo (alto x ancho)
BULBILLO TIPO I	Tamaño bulbillo (alto x ancho)
HOJAS RADICALES	nº hojas radicales
	tamaño (longitud)
	tamaño (sección máxima)
HOJAS CAULINARES	Numero
	Tamaño 1ª HC (longitud)
	Tamaño 1ª HC (anchura máxima)
	Tamaño 2ª HC (longitud)
	Tamaño 2ª HC (anchura máxima)
HOJAS BRACTEALES	tamaño (longitud)
	tamaño (anchura máxima)
INFLORESC	longitud inflorescencia
	nº flores totales
	longitud pedúnculo mayor
TÉPALOS	tamaño (longitud)
	tamaño (anchura máx. ext./int.)
ANDROCEO	FILAMENTO longitud
	tamaño teca (longitud)
GINECEO	OVARIO (long. X ancho)
	ESTILO (longitud x ancho)

Tabla 5.2.- Recopilación de caracteres morfológicos biométricos de interés taxonómico para los representantes del suroeste peninsular (modif. de Tison *et al.*, 2012)

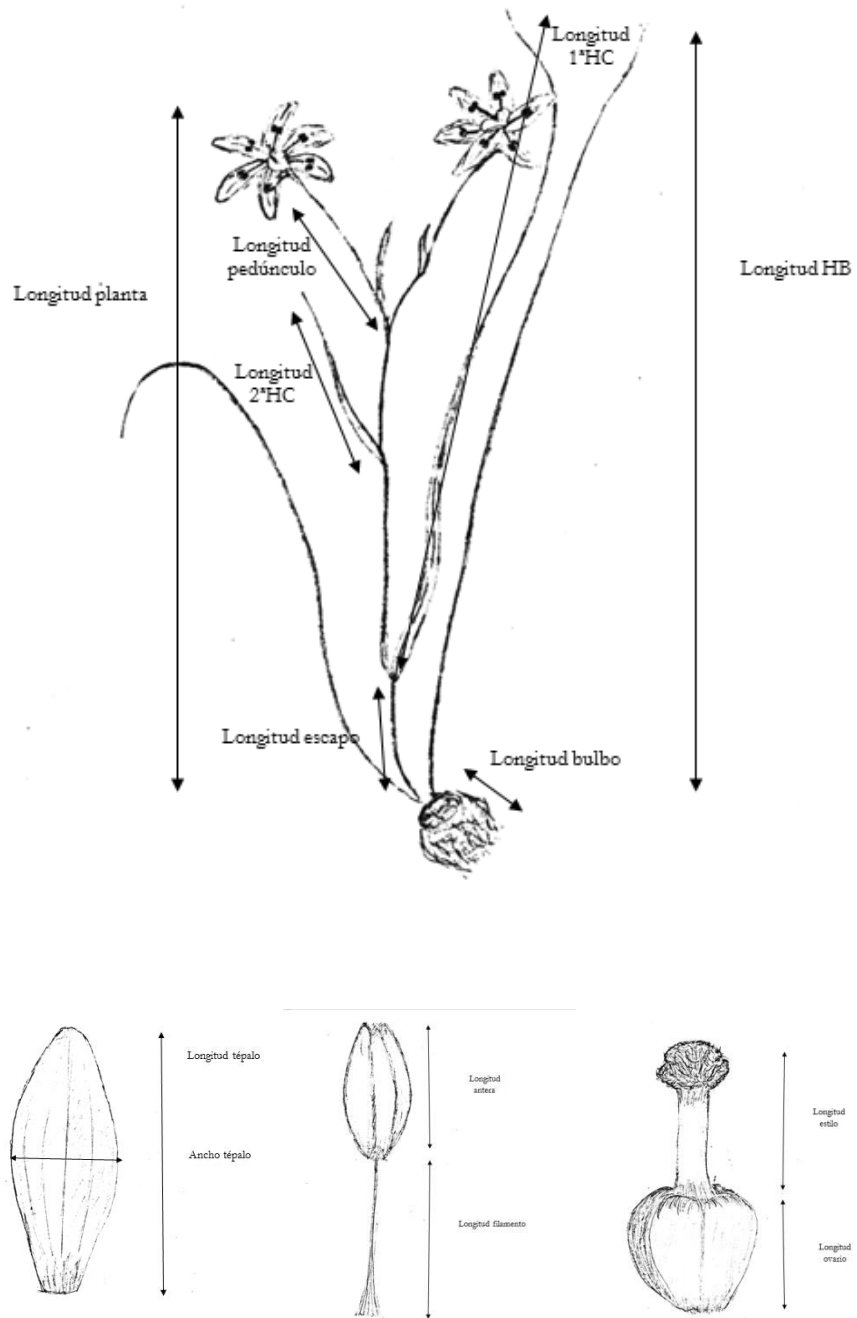


Fig 5.3. Esquema de caracteres morfológicos biométricos utilizados sobre un ejemplar tipo del género *Gagea* Salisb.

5.8. TÉCNICAS DE MICROSCOPIA ÓPTICA Y ELECTRÓNICA:

Para determinados trabajos necesitamos recurrir a otras técnicas más específicas como diversas técnicas de microscopía, que nos permiten estudiar aquellos microcaracteres de carácter taxonómico (Peruzzi *et al.*, 2007; Edwan, 2008; Zarrei *et al.*, 2010).

En el desarrollo de esta tesis se desarrollan varias técnicas que nos ayudan a comprender la diversidad del género *Gagea*, trabajando en microscopía óptica para el estudio anatómico de secciones foliares (principalmente), cariología (capítulo 6.4), o palinología; o bien, en microscopía electrónica, para estudios palinológicos (capítulo 6.6), o nectarios (capítulo 6.3), entre otros.

5.9.1. Secciones anatómicas

Para una completa descripción morfológica del material estudiado, se requiere desarrollar estudios histológicos específicos. Siguiendo la metodología de estudios previos en el género *Gagea* (Grossheim, 1935; Maire, 1958; Heyn & Dafni, 1977; Peruzzi *et al.*, 2007; Edwan, 2008; Zarrei *et al.*, 2010), y otras obras específicas de monocotiledóneas (Metcalf, 1960; Fernandes, 1969; Devesa *et al.*, 1992; Gunawardena & Dengler, 2006), se realizaron estudios anatómicos de secciones foliares en hojas radicales o basales.

Para los estudios anatómicos se siguen ciertos criterios previos:

a) se realizan estudios contrastados a través de representantes de varias poblaciones de cada taxon (al menos se seleccionan materiales de 2-3 poblaciones),

b) para los estudios anatómicos se seleccionan individuos en similar estado de maduración, individuos adultos y en floración, seleccionados dentro de las poblaciones de estudio,

c) siempre que sea posible, con taxones de alta representatividad y poblaciones abundantes, se intenta abarcar toda la diversidad morfológica del taxón, en diferentes estados ontológicos,

d) se estudian materiales en diversas condiciones ecológicas, tratando de abarcar el análisis de posibles ecotipos,

e) y si no es posible sobre materiales de campo, puntualmente, se usan materiales cultivados en similares condiciones ambientales.

Una vez en el laboratorio, se siguió el protocolo modif. de Johansen (1940) y tinción de Igersheim (1993) y Ruzin (1999). En otras ocasiones, y debido a la fragilidad del tejido o la alargada temporalización de este proceso, se recurre a cortes a mano alzada (Ruzin, 1999). Las muestras son analizadas, apoyándonos en obras generales sobre anatomía vegetal (Esau, 1972; Radford *et al.*, 1974; Fahn, 1985; Devesa, *et al.*, 1992; Cutter, 2002), prestando especial atención a los caracteres señalados por la bibliografía específica del género.

5.9.2. Nectarios

Las secciones histológicas realizados para la observación de nectarios siguen la misma metodología señalada anteriormente en estudios anatómicos. Para los estudios de nectarios en microscopía electrónica se siguió la metodología marcada por Blüthgen & al. (2003), como se muestra en el capítulo 6.5 de resultados.

5. 9.1. Estudios palinológicos

Se incluyen estudios palinológicos basados en estudios previos en el género que estudian las características palinológicas a través de la observación en microscopía óptica o electrónica, señalando como caracteres más significativos, la forma, tamaño y ornamentación de la exina (Levichev & Kosenko, 1988; Kosenko, 1999; Zarrei & Zarre, 2005).

Las muestras estudiadas proceden de botones florales fijados en campo con ácido acético glacial o bien, extraídos de pliegos de herbario, intentando en cada caso, incluir la mayor diversidad taxonómica posible, estudiando varias poblaciones por cada taxon (mínimo 3). Para los estudios polínicos en microscopía óptica, se sigue la metodología descrita por Erdtman (1960), a través de acetólisis (Avetissian, 1950; Erdtman, 1960; Diez & Pastor, 1985; Kosenko, 1999; Zarrei & Zarre, 2005). Las muestras montadas son estudiadas en microscopía óptica o microscopía electrónica (Bradley, 1957; Diez & Pastor, 1985; Kosenko, 1999) y estudiadas posteriormente (p.e. capítulo 6.6).

Los estudios realizados al MO fueron: longitud del eje polar en corte óptico meridiano P longitud del eje ecuatorial en corte óptico meridiano (E): diámetro ecuatorial mayor (E1), y diámetro ecuatorial menor (E2), la forma (en función de la relación P/E) y el tamaño del polen (rangos y media aritmética), usando la clasificación de Walker & Doyle (1975), y otros caracteres de valor taxonómico como el tamaño, posición, número y forma de las aberturas germinales, y estructura de la exina, prestando especial interés a la ornamentación de la exina en la cara proximal. Para las medidas se utilizan al menos 20 granos de polén/muestra. En general, se ha seguido en general, la terminología propuesta por Erdtman (1952, 1943, 1960), Stearn (1966), Reitsman (1970), Sáenz (2004), Hallbritter *et al.* (2008), Hesse *et al.* (2009) y los estudios específicos del género.

5.2. CARIOLOGÍA.

En este apartado se procederá al estudio meiótico, evaluando el número cromosómico en los óvulos de botones florales. Las técnicas donde se estudia el cariotipado de óvulos y anteras en formación son abundantes en trabajos previos para el género (Peruzzi & Aquaro, 2005; Peruzzi, 2003, Peruzi *et al.*, 2008), y en dichas técnicas, se estima más probable el visionado de placas de cromosomas a nivel meiótico.

Para alcanzar este objetivo se procedió a la preparación de muestras siguiendo el protocolo de Snow (1963), fijación en campo de óvulos (líquido de Farmer; Lóve & Lóve, 1975) o bien acetato férrico (3:1), y conservados en cámara frigorífica (4°C).

Las muestras son preparadas a través de la tinción con carmín acético 2% (2 o 3 días), y para la preparación y visión de las placas se sigue la técnica del squash (Tjio & Levan, 1950). Posteriormente las imágenes fueron conservadas en HSS-Colección Cariológica (HSS-AC)- CICYTEX.

Para el estudio cromosómico, se siguió la nomenclatura de Levan *et al.* (1964) para identificar tipos del cromosoma, y la estandarización de Stebbins (1938) para calcular el índice de la asimetría, como se muestra en el capítulo 6.7.

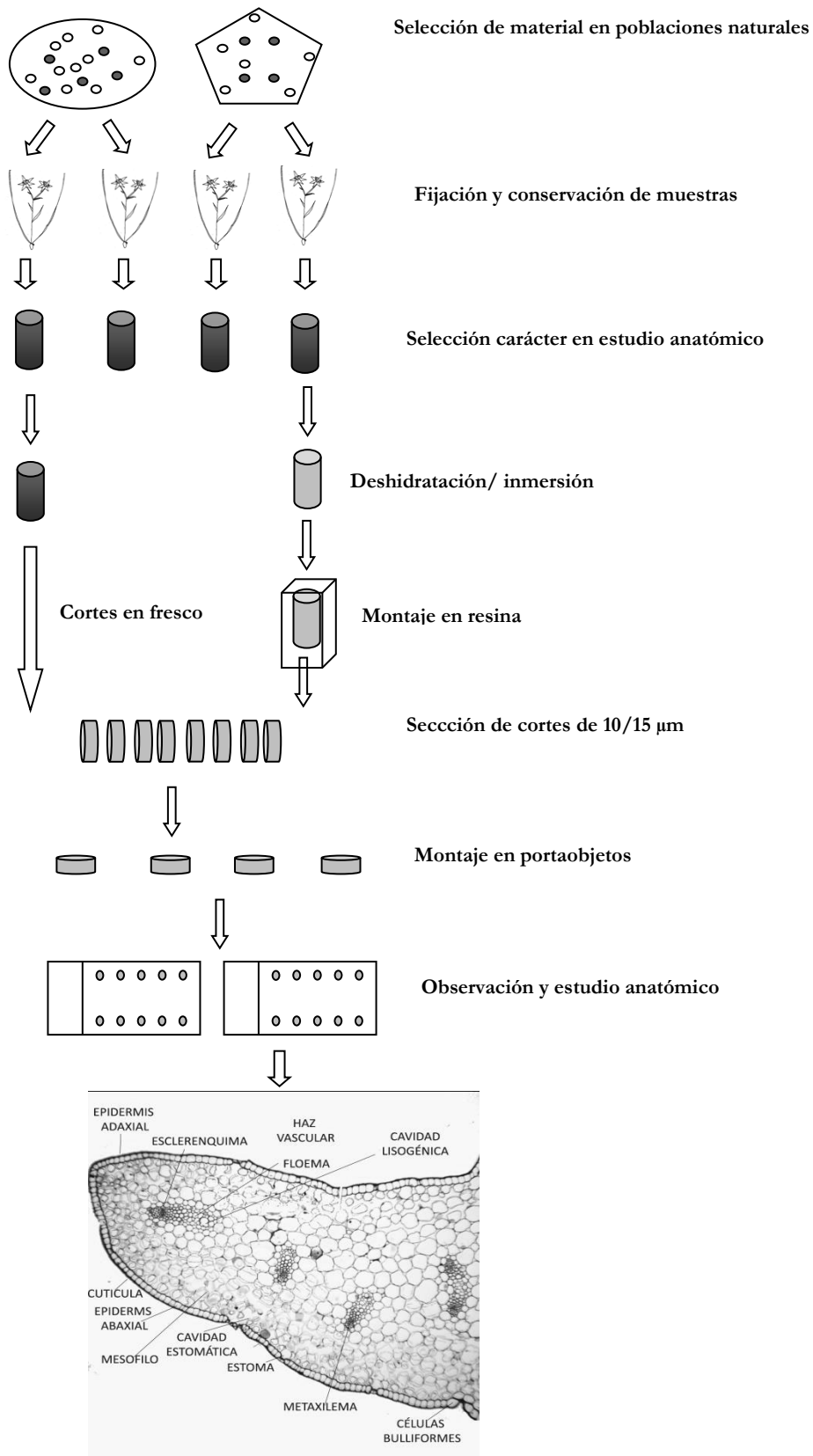


Fig. 5.3 Esquema de metodología de trabajo realizado en el procesamiento de muestras anatómicas en el estudio del género *Gagea* Salisb.

5.3. CARACTERIZACIÓN COROLÓGICA, ECOLÓGICA Y FENOLÓGICA.

El estudio de esta tesis doctoral se centra principalmente en las poblaciones conocidas de *Gagea Salisb.* en el suroeste peninsular, tratando de abarcar toda su diversidad y área de distribución. Se recurre a diversas fuentes de información: una extensa recopilación bibliográfica (Terracciano, 1905a, 1905b, 1905d; Montserrat, 1981, etc.), materiales de herbario BC, BGBM, COI, FI, G, GAT, HSS, LY, M, MAF, MPU, SALA, SEV, UNEX, Z (Thiers, 2016), bases de datos (GBIF, 2012; Anthos, 2008), trabajos y datos corológicos previos, plataformas digitales, y recolecciones propias.

La información fué posteriormente recopilada e informatizada.

Esta información se utilizó de manera complementaria, analizándose a través de Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.), para estudios de distribución, ecológicos o fenológicos (p.e capítulo 6.2).

5.11 .1 Caracterización corológica

Con toda la información disponible, se proceda a su georreferenciación en coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator) European Datum WGS1984 con proyección en Huso 30, y su incorporación a SIG, basados en ArcMap 9.2 (ESRI ®), con una escala de 10x10 Km. Solamente se podrán incorporar aquellas localizaciones con datos de georreferenciación, ya que las localizaciones inciertas no podrán ser incorporadas a los SIG. Una vez incorporado a SIG, se crean los mapas de distribución correspondientes (p.e. capítulos 6.2 y 6.6).

5.11 .2. Caracterización ecológica

También podemos obtener datos ecológicos gracias a la información que nos proporcionan los mapas de distribución corológica. Además, podemos desarrollar un estudio de determinadas propiedades ecológicas de estas poblaciones mediante S.I.G.. Estos resultados serán comparados con los datos obtenidos en campo para dichas poblaciones, y además serán comparados con otros datos conocidos para el taxón a nivel peninsular (p.e. capítulos 6.2).

5.11 .3. Caracterización fenológica

Se anotan los momentos de maduración de flores y frutos, para conocer la variabilidad de este carácter en el territorio extremeño y nacional. Los datos son obtenidos a partir de pliegos de herbarios, observaciones de campo y bibliografía (Bòlos & Vigo, 2001; López, 2013). Todos los resultados obtenidos se muestran, a través de la recopilación de datos, análisis de los mismos en diversos capítulos del apartado Resultados.

6. RESULTADOS

BLOQUE I: COROLOGÍA

CAPÍTULO 6.1

Anotaciones Corológicas a la Flora de Extremadura:

033: *Gagea cossoniana* Pascher.

035: *Gagea granatelli* (Parl.) Parl.

Folia Botanica Extremadurensis, 4 (2009)



033 *Gagea cossoniana* Pascher, *Lotos* 52: 120. 1904. (LILIACEAE)

Sinónimo:

≡ *Gagea foliosa* subsp. *cossoniana* (Pascher) A.Terrac., *Bull. Soc. Bot. France*, 52 (2):19. 1905.

El género *Gagea* Salisb., en la Península Ibérica, al igual que en otras zonas del Mediterráneo ha contado, a lo largo de la historia con diferentes especies controvertidas por la dificultad de identificación, su limitada distribución o simplemente porque pasaron desapercibidas. El caso que nos ocupa, *Gagea cossoniana* Pascher, *Lotos* 52:120. 1904., fue descrita con materiales del Norte de África, se trata de una especie cercana a *Gagea foliosa* subsp. *elyptica* A.Terrac., de amplia distribución en la Península Ibérica, con la que guarda muchas semejanzas en la morfología de las hojas, tallos y órganos reproductores como indicó Terraciano (1905). Las podemos distinguir por la presencia de un porte mayor, hojas caulinares que suelen superar las inflorescencias y flores que superan los 10 mm de longitud en los tépalos.

El estudio de la bibliografía sobre el género *Gagea* Salisb., nos ha revelado un cita previa para la Península Ibérica (Bayer & López, 1997), aunque no tenemos conocimiento sobre las localizaciones precisas donde se había encontrado. Atendiendo a la complejidad del género *Gagea* Salisb., en toda su área de distribución, la singularidad de esta especie, que fundamentalmente se había citado en Marruecos (Maire & al., 1958), y la necesidad de conocer en profundidad la diversidad de la flora vascular extremeña, nos hemos propuesto indicar las poblaciones conocidas para esta especie en el territorio extremeño, donde anteriormente no había sido descrita (Ruiz, 1995). Además, se ha localizado otra población próxima a las extremeñas, en la provincia de Sevilla, donde tampoco teníamos referencias previas (Pastor, 1987) (ver mapa 1).

Todas las poblaciones están situadas en zonas de materiales calcáreos, habitualmente en zonas rocosas, próximos a riveras, por encima de los 400 msm, con precipitaciones de más de 500 mm anuales y en suelos ricos, arcillosos. La escasez de las poblaciones, la fragilidad del hábitat que ocupa, su singularidad y el carácter endémico con el que cuenta nos hace proponer a la especie dentro del catálogo de especie a proteger en la Comunidad de Extremadura.

Material estudiado:

Gagea cossoniana Pascher

HS: BADAJOZ (Ba): Fuentes de León, cerro opuesto a la Cueva del Ciervo, 29SQC21, 18-3-2008, M. Gutiérrez, F. Márquez, S. Ramos, S. Rincón & F.M. Vázquez (HSS 36978). Monesterio, puerto de las Marismas, 29SQC41, 23-3-2006, en encinares, pinares y eucaliptos con matorral de *Halimium halimifolium* (L) Willk, S. Aguilar, J. Blanco & F. M. Vázquez (HSS 18168). Valungo, margen izquierdo, aguas debajo de la presa, 29SPC94, 20-3-2006, rivera, D. García & S. Ramos (HSS 18097).

SEVILLA (Se) El Real de la Jara, puente río Cala. Límite provincial Sevilla-Huelva, 30SQC40, 16-3-2008, rivera, M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 36808).

Agradecimientos:

El presente trabajo se integra dentro de los objetivos propuestos en el proyecto PRI-III nº PRI09A059, financiado por la Vicepresidencia Segunda y Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura. Además el trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración y ayuda de todo el Grupo de Investigación HABITAT.

Bibliografía:

Bayer, E. & López, G. (1997). Die Gattung *Gagea* Salisb. Auf der Iberischen Halbinsel und den Balearen, in : 100 Jahre Herbrrium Haussknecht-JE. *Symp. Bot. Syst. Und Pflanzengeographie*. Haussknechtia Beiheft 7. Jena.

- Pastor, J. (1987). *Gagea* Salisb. In VALDÉS, B. & al. (eds.) *Flora Vascular de Andalucía Occidental*, 3:433-435. Ketres Editora S. A. Barcelona.
- Terracciano A. (1905). Les espèces du genre *Gagea* dans la flore de l'Afrique boréale. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 52, Mém. 2: 1-26.
- Pascher, A. (1904). Übersicht über die Arten der Gattung *Gagea*. *Sitzungsber. Deutsch. Naturwiss.-Med. Vereins Böhmen «Lotos»* Prag ser. 2, 24: 109-131.
- Ruiz, T. (1995). Liliaceae. En: J.A. Devesa, 1995. *Flora y Vegetación de Extremadura*: 628 p.
- Maire, D.R.; Guinochet, M. & Quêzel, P. (1958). Flore de l'Afrique du Nord. (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara), (V) Monocotyledonae: *Liliales: Liliaceae* :107- 127 Éditions Paul Lechevalier, Paris.



Mapa 1. Distribución gráfica de las poblaciones encontrada de *Gagea cossoniana* Pascher en la Península Ibérica.



Fig. 1. *Gagea cossoniana* Pascher (B).

035. *Gagea granatelli* (Parl.) Parl., *Fl. Palerm.* 1: 276. 1845. (LILIACEAE)

Basionimo: *Ornithogalum granatellii* Parl., *Diario l'Occhio* 2: 85. 1839.

Sinónimos:

≡ *Gagea arvensis* subsp. *granatellii* (Parl.) K. Richter, *Pl. Eur.*, 1: 197. 1890.

≡ *Stellaster granatellii* (Parl.) Kuntze, *Revis. Gen. Pl.* 2: 715. 1891.

Ornithogalum granatelli Parl., fue descrito por Parlatore (1839) con poblaciones cercanas a la ciudad de Palermo (Italia). Es una especie distribuida ampliamente en el área mediterránea occidental incluyendo Italia, Sicilia, Córcega, Francia, Argelia, Marruecos y Península Ibérica (Terraciano, 1905; Maire, 1958; Tison, 2004; Ferrer 2007a; Govaerts *et al.*, 2009); algunos autores la sitúa en el mediterráneo oriental (Grecia, Líbano, Turquía) (Terraciano, 1906; Govaerts *et al.*, 2009) y algunos países asiáticos (Afganistán, Rusia, Ucrania) (Govaerts *et al.*, 2009).

Como ocurre con otras especies del género *Gagea* Salisb., *Gagea granatelli* (Parl.) Parl., es una especie discutida dentro de la Península Ibérica por la dificultad de identificación, la escasez de sus poblaciones y su proximidad con otros taxones con los que se ha confundido como *G. lacaitae* A.Terrac. (Ferrer *et al.*; 2007a, 2007b). Nosotros podemos distinguirla fundamentalmente por la presencia de un bulbo pequeño que no superar los 5 mm de grosor, raíces induradas gruesas que recubren al bulbo y hojas radicales planas, y de más de 2 mm de grosor. A estos caracteres hemos de añadirle la presencia de bulbillos axilares en la base de las hojas y de excrecencias bulbosas en la base de las hojas caulinares.

Terraciano (1905) reconoció a este taxon dentro de la variabilidad del material peninsular, señalando su presencia para Granada, Lérida, y Madrid. Aunque en trabajos posteriores se ha descartado su presencia para la Península Ibérica y se ha asociado a la variabilidad morfológica del complejo *G. granatelli* s. l. (incluyendo a *G. lacaitae* A. Terrac.) (Bayer & López, 1988; 1997; Ferrer *et al.* 2007a, 2007b). De todas formas, en los últimos años se han señalado nuevas poblaciones en Burgos, Málaga, Huesca, Almería, Salamanca y Granada (Alejandre *et al.*, 2006; Gbif, 2009; Anthos, 2009), aunque estos materiales están por confirmar.

En el presente trabajo nos proponemos señalar las poblaciones localizadas en el territorio extremeño para este taxon, ampliando así el conocimiento del género *Gagea* Salisb. para la flora vascular extremeña, donde anteriormente no había sido incluida (Ruiz, 1995).

Las poblaciones extremeñas se localizan sobre materiales ligeramente básicos, pizarrosos o calcáreos, ricos, en espacios soleados, alojados sobre oquedades rocosas por encima de los 700 msm.

Debido a la escasez de las poblaciones, la fragilidad del hábitat, y sobre todo, su singularidad, proponemos la inclusión de *G. granatelli* (Parl.) Parl., dentro del Catálogo de Especies Protegidas de la Comunidad de Extremadura.

Agradecimientos:

El presente trabajo se integra dentro de los objetivos propuestos en el proyecto PRI-III nº PRI09A059, financiado por la Vicepresidencia Segunda y Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura. Además el trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración y ayuda de todo el Grupo de Investigación HABITAT.

Bibliografía:

Alejandre, J. A., García, J. M^a. & Mateo, G., (Eds.) (2006). Atlas de la flora vascular silvestre de Burgos. 924 pp.
ANTHOS (2009). <http://www.anthos.es> (Consulta 26-07-2009)
Bayer, E; López González, G. (1988). El género *Gagea* Salisb. en la flora española ochenta y dos años después

- de la monografía de Terraciano. Homenaje a Pedro Montserrat. *Monogr. Inst. Pirenaico Ecol. Jaca* 4: 121-126.
- Bayer, E. & López G. (1997). Die Gattung *Gagea* Salisb. Auf der Iberischen Halbinsel und den Balearen, in : 100 Jahre Herbarium Haussknecht-JE. *Symp. Bot. Syst. Und Pflanzengeographie*. Haussknechtia Beiheft 7. Jena.
- GBIF data portal (2009). <http://data.gbif.org/datasets/resource/469> 26/05/2009 (Consulta 26-05-2009)
- Govaerts, R., Dransfield, J., Zona, S.F, Hodel, D.R. & Henderson, A. (2009). *World Checklist of Liliaceae*. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.kew.org/wcsp/> accessed 17 July 2009.
- Ferrer, P.P., Laguna, E., Alba, S., Tison, J.M. (2007^a). Sobre la presencia de *Gagea lacaitae* A. Terracc. (Liliaceae) en la flora valenciana. *Acta Bot. Malacitana* 32. 67-78.
- Ferrer, P.P., & Guara, M. (2007b). Especies del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) presentes en el Levante Peninsular Ibérico. *Lagascalia* 27:31-51.
- Parlatore, P. (1839). Nova Ornithogali species ex naturali liliacearum familia, *Diario l'occhio* 2: 85.
- Parlatore, P. (1845). *Gagea* Salisb. *Fl. Palerm.* 1: 276.
- Terraciano, A., 1905. Revisión monográfica de las especies de *Gagea* de la flora española. *Bol. Soc. Aragon. Ci. Nat.* 4: 188-253.
- Tison, J. M. (2004). Contribution a la connaissance du genre *Gagea* Salisb. (Liliaceae) en Afrique du Nord. *Lagascalia* 24: 67-87.
- Ruiz, T. (1995). Liliaceae in Devesa *et al.*, 1995, *Flora y Vegetación de Extremadura*: 628.
- Maire, D. R., Guinochet, M. & Quézel, P. (1958). *Flore de l'Afrique du Nord*. (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara), (V) *Monocotyledonae: Liliales: Liliaceae*: 107- 127 Éditions Paul Lechevalier, Paris.

Material estudiado:

***Gagea granatelli* (Parl.) Parl.**

HS: BADAJOZ (Ba): Bienvenida, 29SQC44, 16-3-2009, Márgenes de cultivos, sobre pizarras, suelos calizos, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 40682). Feria, alrededores, 29SQC16, 8-3-2008, M. Esteban, F. & M. Gutiérrez (HSS 36532). Llerena, Sierra de San Miguel, 29SQC63, 24-2-2007, P. J. Fdez, J. Ledo & G. Macías (HSS 28930). Nogales, proximidades de Montsalud, 29SPC96, 27-2-2009, roquedos calizos, A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 40525).

CÁCERES (Cc): Valencia de Alcántara, 29SPD57, 5-3-2008, Suelos pizarrosos en dientes de perro, D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez (HSS 36322).



Fig. 2. Fotografía de una de las poblaciones extremeñas de *Gagea granatelli* (Parl.)Parl. en el Sur de Badajoz.

CAPÍTULO 6.2

Distribución y ecología de *Gagea pratensis* (Pers.)
Dumort (Liliaceae) en Extremadura

Folia Botanica Extremadurensis, (EN PREPARACIÓN)



Distribución y ecología de *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort (Liliaceae) en Extremadura

Resumen

Se realizan estudios corológicos sobre *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort en Extremadura. Se analizan mapas de distribución mundial, nacional y regional del taxón, a través de Sistemas de Información Geográfica. Con el fin de revisar su distribución y ecología, se aportan datos sobre el hábitat, altitud, pendiente, u otros datos obtenidos a partir de material de herbario y recolecciones realizadas, así como estudios in situ, para su completar su análisis.

Palabras clave: *Gagea* Salisb., *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort., corología, ecología

Abstract

Chorological studies about populations of *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort in Extremadura region are developed. Global, national and regional distribution maps of the taxon are performed through Geographical Information Systems. With the purpose of reviewing its location and ecology, data about habitat, altitude and slope are provided. Furthermore, for a thorough analysis information is gathered via herbarium material and collections made, together with in situ studies.

Key words: *Gagea* Salisb., *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort., geographical distribution, ecology.

Introducción

Gagea pratensis (Pers.) Dumort, clasificada dentro del género *Gagea* Salisb. en la Sect. *Gagea* Davlianidze (Peterson *et al.*, 2008), es una especie de distribución euro-mediterránea, incluyendo la Península Ibérica (Tison, 2004; Govaerts, 2006, Gibf, 2008). Las primeras citas de este taxón en la Península Ibérica están incluidas dentro *Gagea lutea* L. (Willdenow, 1860), aunque también podía ser confundido con *Gagea stenopetala* Fries (Cutanda 1851). Dentro de la diversidad morfológica del material peninsular se es descrita una nueva subespecie por Terracciano (1905) como *Gagea pratensis* subsp. *gussonii* Terrac., y posteriormente se describe un nuevo taxón, *Gagea nova* Samp. ex Lopes (Sampaio, 1930), ambas de dudosa posición taxonómica (Bayer & López, 1988; López, 2013). Posteriormente el taxón se ha incluido en diversos trabajos corológicos en la Península Ibérica (Caballero, 1947; Losa 1955, 1958; Laínz, 1956; Gómez, 1980; 1985; Montserrat, 1981; Mateo, 1986; Ortiz & Rodríguez, 1987-88; Alcaraz, *et al.* 1989; Aedo *et al.* 1990, 1997, 2001; Franco & Da Rocha, 1994; Segura *et al.*, 2000; Bolòs & Vigo, 2001, 2003; Martínez *et al.*, 2004; Alejandre *et al.*, 2006; Benito, 2009; Romero, 2008; Anthos, 2012; etc). Los últimos trabajos, correspondientes a López (2013) concreta la distribución final del taxón.

En Extremadura los primeros datos corresponden a la obra de A. Terracciano (1905), que cita la presencia de *G. pratensis* subsp. *gussonii* Terrac. en la provincia de Cáceres (“Cáceres, falda de la sierra de Béjar”). Existen otras referencias posteriores en la comarca de Almaraz-Deleitosa-Fresnedoso de Ibor (Santos *et al.*, 1989), y Barrado (Vázquez *et al.*, 2004; GBIF, 2012), ambas en la provincia de Cáceres.

La incorporación de SIG (sistemas de información geográfica) a los estudios de corología, nos permite diseñar modelos para esquematizar y desarrollar algunas funciones ecológicas, que intentan aproximarse lo máximo posible al funcionamiento de esos sistemas naturales (Cabezas, 2005). El desarrollo de técnicas estadísticas aplicadas ha permitido en los últimos años la expansión de herramientas para el análisis de los patrones espaciales de presencia y ausencia de especies: que nos ayudan a simular las distribuciones potenciales de especies, como herramientas precisas, rápidas y útiles en el campo de la biogeografía (Phillips *et al.*, 2006; Mateo *et al.*, 2011).

En este trabajo se propone realizar un análisis corológico detallado, además de

estudiar la variabilidad ecológica de *G. pratensis* en Extremadura, incorporando herramientas de modelización para estudios distribución potencial.

Material y método

El estudio de investigación se centra en las poblaciones conocidas de *G. pratensis* en Extremadura (ver material estudiado), a través de datos corológicos previos, o a través de nuevas localizaciones y trabajo de campo. El periodo de recolección de muestras abarca los meses de Febrero a Junio de 2007-2008, anotando datos geográficos, fenológicos o ecológicos, quedando depositados pliegos testigo en el Herbario HSS del CICYTEX (Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, Junta de Extremadura) (Thiers, 2010).

Además, para los estudios corológicos, el área de estudio se amplió a nivel mundial y nacional, haciendo una recopilación extensa sobre la distribución total del taxón, a través de bases de datos (GBIF, 2012; Anthos, 2012), o diversas fuentes bibliográficas, como obras específicas (Terracciano, 1905a, 1095b; Montserrat, 1981, etc.; López, 2013), o materiales de herbario, para contrastar la caracterización ecológica a través de la información en pliegos de los herbarios HSS, M, GAT, BGBM, LY, MPU, G, FI, COI MAF, SALA, SEV, BC (Thiers, 2016).

Esta información es georreferenciada (UTM WGS1984) y analizada a través de SIG (ArcGis 9.0 ESRI).

Para la caracterización ecológica se analizan variables como altitud, pendiente, orientación, climatología, geología, ect., a través de SIG, y datos de campo. Para los análisis del modelo del terreno se utiliza el Modelo Digital de Elevaciones del Proyecto GTOP 30 (resolución 928m) (USGS, 2012). El análisis de grado de pendientes sigue la nomenclatura señalada por De la Hoz *et al.* (2004). La climatología es estudiada a partir del Atlas Cartográfico de Extremadura (GIC, 2000) (1:40.000, celda 500 m). Para los datos geológicos se utiliza mapa geológico nacional, 1.1.000.000 (SEISNET, 2000), o el Mapa Geológico de Extremadura, escala 1:800.000 (Alcalde, 2005). Para análisis edafológico, la cartografía usada es Fernández & Labrador (2003), (1:500.000).

Finalmente, con toda la información corológica conocida para el taxon (n=1546), se realiza un modelo de distribución potencial, analizado a través de programas de modelización mediante la aplicación del algoritmo de máxima entropía (MaxEnt®), a través de parámetros climáticos (WorldClim-Global Climate Data, Hijmans *et al.* 2005), físicos (USGS, 2012), y biológicos (Tucker *et al.* 2004), entre otros, la huella humana (Sanderson *et al.* 2002). Se seleccionó el formato de salida logístico para el modelado las variables climáticas. Los modelos logísticos finales se transforman en mapas binarios utilizando el valor de probabilidad de 10 % como umbral (Phillips *et al.* , 2006).

Todos los resultados obtenidos se resumen a continuación, a través de un resumen de los datos, análisis de los mismos, tablas y mapas de distribución.

Resultados

- Caracterización corológica

A nivel mundial, según diversas fuentes bibliográficas consultadas citan *Gagea pratensis* como una especie de distribución euro-mediterránea, incluyendo los sistemas montaños del Norte de África (Tison, 2004; Govaerts et al, 2006; Eunis, 2012; Tison *et al.* , 2012) (ver Tabla 1). En la Península Ibérica, se conocen al menos 87 poblaciones diferentes, con 126 referencias georreferenciadas, representadas en la Tabla 1.

A nivel regional, las poblaciones conocidas hasta la fecha corresponden a los municipios de Castañar de Ibor y Barrado (Santos *et al.* , 1989; Vázquez *et al.* , 2004). Añadimos aquí cuatro nuevas citas corológicas para Extremadura, pertenecientes a las

poblaciones de La Garganta, cercanías de la Muela, La Garganta Valle de Valozano, La Garganta hacía Candelario y El Piornal.

- Caracterización ecológica

Siguiendo la metodología marcada, se realiza un análisis de diversos parámetros ecológicos, gracias a los SIG, y contrastado con algunos datos de campos observados. Los parámetros considerados son los siguientes:

a) Altitud: Resultados del análisis espacial, en función de los resultados georreferenciados a nivel nacional, aplicando el MDE (USG, 2007), nos permiten establecer un rango altitudinal de 840-1515 m para el 69,67 % de las teselas (n=8319). La distribución altitudinal se puede representar en la Tabla 2.

Los datos de campo, obtenidos de las anotaciones en pliegos y bibliografía recopilada a nivel nacional revelan que el rango oscila entre 500-2000 m. Sin embargo, el histograma (Tabla3) nos desvela que el 63,51 % de las poblaciones se encuentran en un rango de 1.190-1.675 metros (n=73).

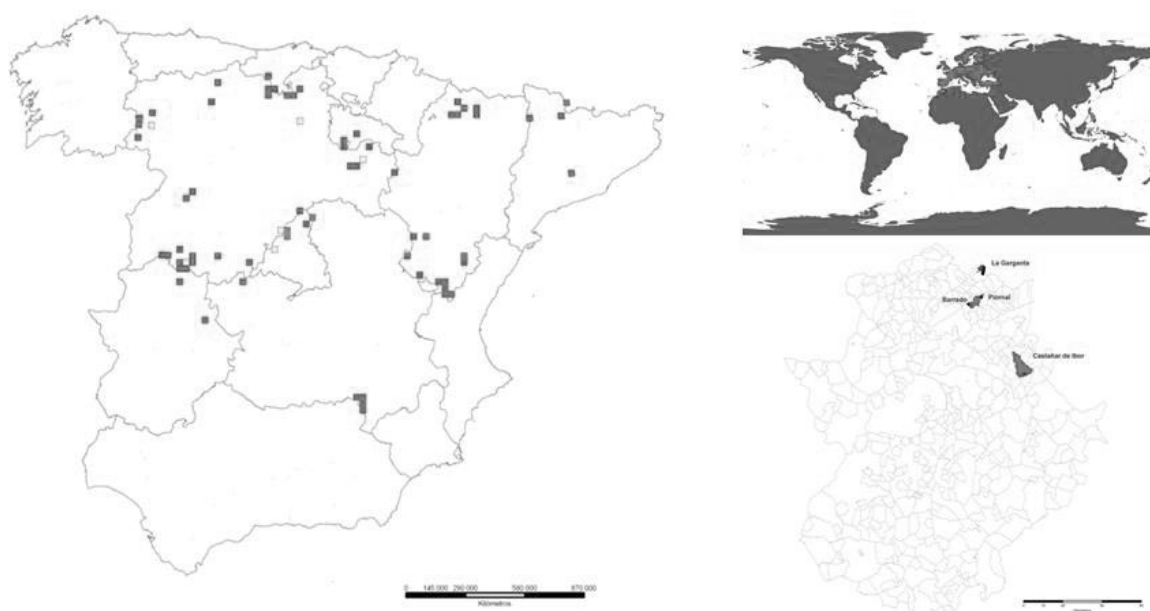


Fig.1. Distribución de *G. pratensis*. a nivel mundial, nacional o regional. (Arg.Gis.9.0)

A nivel regional, el análisis de los datos georreferenciados para poblaciones conocidas para *G. pratensis* (2 km buffer), presentan un rango altitudinal de 790-1500, en el 65,83% de las teselas, coincidente con la media nacional (n=462, min 360, max 2373, media 1076,05, desv. 471,75). El análisis altitudinal de las poblaciones extremeñas a través de datos de campo presentan un rango altitudinal en torno a los 800 -1500 m, coincidentes con el análisis espacial a través de SIG.

b) Pendiente: Para analizar la pendiente superficial, contamos con los resultados procedentes del análisis espacial. El análisis de los datos georreferenciados a nivel nacional, registra una pendiente media de 5,01 % \pm 3,82. Este rango corresponde mayoritariamente a suelos suavemente ondulados (2-6%) en un 40,90 % o inclinado (6-13%) en un 30,50 % de las teselas analizadas (n=8319).

A nivel regional, según el análisis espacial en el área de distribución (buffer 2 km), se registra una pendiente de suelos mayoritariamente inclinados (6-13%) con 55,70 % de las teselas analizadas, suavemente ondulados (2-6%) en un 25.32 %, y moderadamente

escarpado (13-18%) en un 18,99 % (n=79, min 2,43, max 17,73, media 9,10, desv. 4,02)

c) Orientación: El análisis espacial de los datos georreferenciados a nivel peninsular registra una distribución casi equitativa en todas las orientaciones posibles, con orientación Norte (-45°/ 45°) 25,34 %, Este (45° - 135°) 25,51 %, Sur (135° - 225°) 26,82%, y finalmente, siendo ligeramente inferior en orientación Oeste (22,33%) de las teselas analizadas.

A nivel regional podemos aplicar un análisis espacial, a través de SIG (buffer 2 km) sobre la localización de las poblaciones en Extremadura, obteniendo que las teselas de las poblaciones están mayoritariamente orientada al Oeste, con un 48%, seguido por la orientación Norte (20%), Sur (18,67%) y Este (13,33%).

d) Climatología: El análisis, con datos termopluviométricos de estaciones meteorológicas próximas a las poblaciones de estudio (datos en Anexo 4, Nuñez & Sosa, 1999, serie de datos en los años 1961-1990), nos permite obtener los datos reflejados en la Tabla 2.

Las condiciones climáticas para *G.pratensis* estarían estimadas como localidades con fuerte estacionalidad, típica del clima mediterráneo, temperaturas medias entre estimadas entre 9-27° C, con precipitaciones medias anuales aprox. 1100 l./m2, concentradas en los meses de invierno, con un fuerte déficit hídrico en los meses de Julio- Agosto (Septiembre) y heladas localizadas desde las meses de Noviembre a Marzo (Abril).

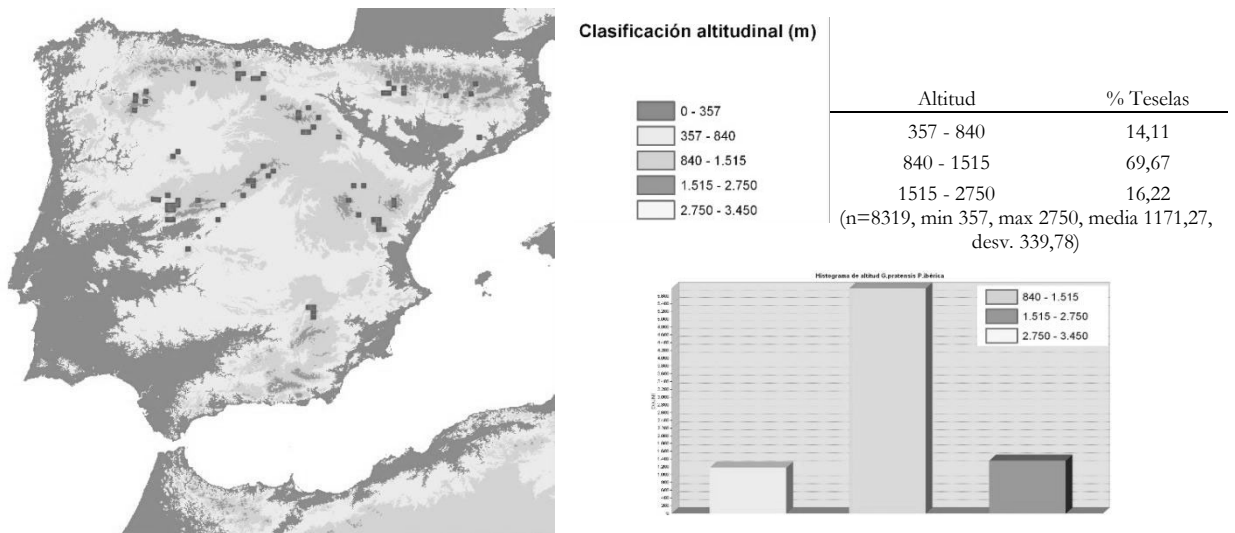


Fig 2.- Rango altitudinal de *G.pratensis*, a través de SIG.

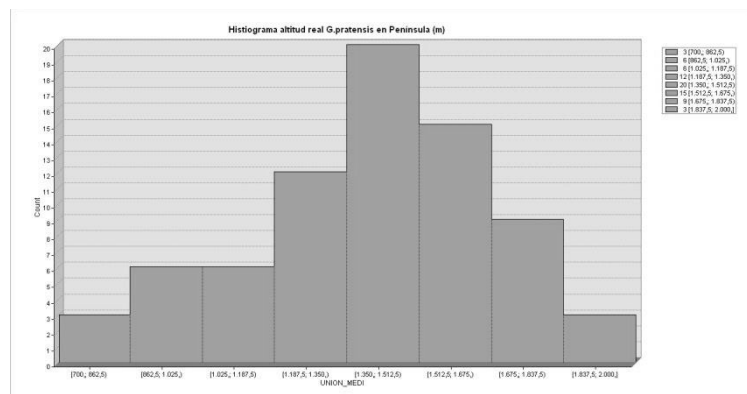


Tabla 1.- Histograma altitudinal de *G.pratensis* en Península Ibérica en base a la información recopilada

Localidad	Tª media máxima anual (°C)	Tª media mínima anual (°C)	Precipitación media anual (l/m²)
Castañar de Ibor	21.7	9.6	1063.2.1
Barrado	19.9	8.0	1247.1
El Piornal	19.9	8.0	1247.1
La Garganta	19.8	10.1	976.2

Tabla 2.- Condiciones climáticas en las poblaciones extremeñas de *G.pratensis*

e) Geología: Las poblaciones extremeñas de *G.pratensis*, corresponden con la unidad geológica denominada Iberia Silícea, correspondientes a materiales antiguos y materiales antiguos fracturados. Siguiendo el Mapa Geológico de Extremadura (Alcalde *et al.* , 2005; SIGEO, 2008) las poblaciones se asientan sobre materiales hercínicos: dioritas, granodioritas-tanolitas; o bien material prehercínico, como granitos y dioritas. Sin embargo la población de Castañar de Ibor, difiere del resto, ya que está asentada sobre materiales provinientes del Silúrico inferior, correspondientes a cuarcitas y areniscas (cuarcita de criadero) (Alcalde *et al.* , 2005).

Estos materiales hercínicos o prehercínicos, también coinciden a nivel nacional, en la parte occidental de la península, parte central de los Pirineos y Penibética (García, 1995), dónde coinciden otras poblaciones de *G.pratensis* en la Península Ibérica.

f) Edafología: Existen pocos datos sobre la preferencia edáfica del taxón a nivel peninsular, solamente es señalado en los Pirineos, como indiferente edáfica (Instituto Pirenaico, 2012). Las poblaciones de *G. pratensis* en el territorio extremeño, según la cartografía consultada (Fernández & Labrador, 2003), presentan predominantemente suelos con asociaciones de leptosoles y cambisoles, específicamente, Cambisol (60%) acompañado de Leptosol (40%) en la mayoría de poblaciones, excepto en La Garganta, donde también podemos encontrar Leptosol (90%) acompañado de Regosol (10%)

Datos de campo contrastados en poblaciones extremeñas reflejan sin embargo, la presencia de cambisoles, es decir suelos jóvenes con presencia de un horizonte B cámbico, abundantes en las estribaciones sur de las Sierras de Gata y Gredos y en la Sierra de Guadalupe, se desarrollan a partir de materiales ácidos y bajo vegetación de bosque, presentan un horizonte superficial de estructura migajosa, muy oscuro y rico en materia orgánica. El pH es ácido, la capacidad de intercambio catiónico es alta en superficie y muy baja en el horizonte B cámbico. El grado de saturación es siempre inferior al 50% en todo el perfil.

g) Habitat

Los datos en referencia a hábitat naturales con presencia de *G.pratensis* son muy variables, dentro de su distribución mundial. En Europa, los hábitat son muy diversos, se pueden localizar en pastizales, o bien en terrenos arvenses como jardines, terrenos abandonados, etc. (Tison, 1997). En la Península Ibérica, los datos señalan su presencia en pastos majadeados, suelos removidos, claros de matorrales (erizón-bujedos), rellanos de roquedos y cresteríos con suelos crioturbados (Instituto Pirenaico, 2012).

Si hacemos un análisis más detallado observamos que la distribución de *G.pratensis*, en la Península Ibérica, según el piso bioclimático asociado, nos encontramos asociada principalmente a pisos supramediterráneos o eurosiberianos montañosos.

El análisis detallado de las poblaciones extremeñas revela coincidencias a través de la cartografía digital de series de vegetación (Rivas Martínez, 1987), marcando dos únicas series de vegetación, pertenecientes a melojares supra o mesomediterráneos: piso supramediterráneo o piso mesomediterráneo.

Los datos de campo nos revelan ecosistemas más diversos, aunque, con hábitat similares a los aportados por la cartografía digital. Se trata de bosques caducifolios de *Q.*

pyrenaica (melojar o rebollar), con presencia de castaños, abedules o bosques de ribera. O bien, áreas con presencia de prados de siega. Solamente una población (La Garganta, cercanías de la Muela) estaría presente en áreas de matorral con presencia de *Genista purgans* (L.) Spach.

h) **Fenología:** Los datos sobre fenología obtenidos de pliegos de herbarios y revisiones bibliográficas, permiten reunir un total de 53 registros fenológicos, del material nacional. El periodo fenológico en el 84,90 % de los casos se produce en los meses de Marzo-Abril, y sólo el 15,10 % de las poblaciones representa un periodo vegetativo hasta el mes de Mayo.

Estos datos, coinciden con los datos fenológicos conocidos para el taxón en la Península Ibérica, que marcan un periodo de Marzo-Abril (Mayo) para las poblaciones pirenaicas (De Bolòs & Vigo, 2001; Banco Biodiversidad de Cataluña, 2007; Instituto Pirenaico, 2012).

Los datos fenológicos de *G. pratensis* en países europeos marcan como periodo vegetativo de este grupo en los meses de Marzo-Abril (Tison, 1997; SPNF, 2012; López, 2013).

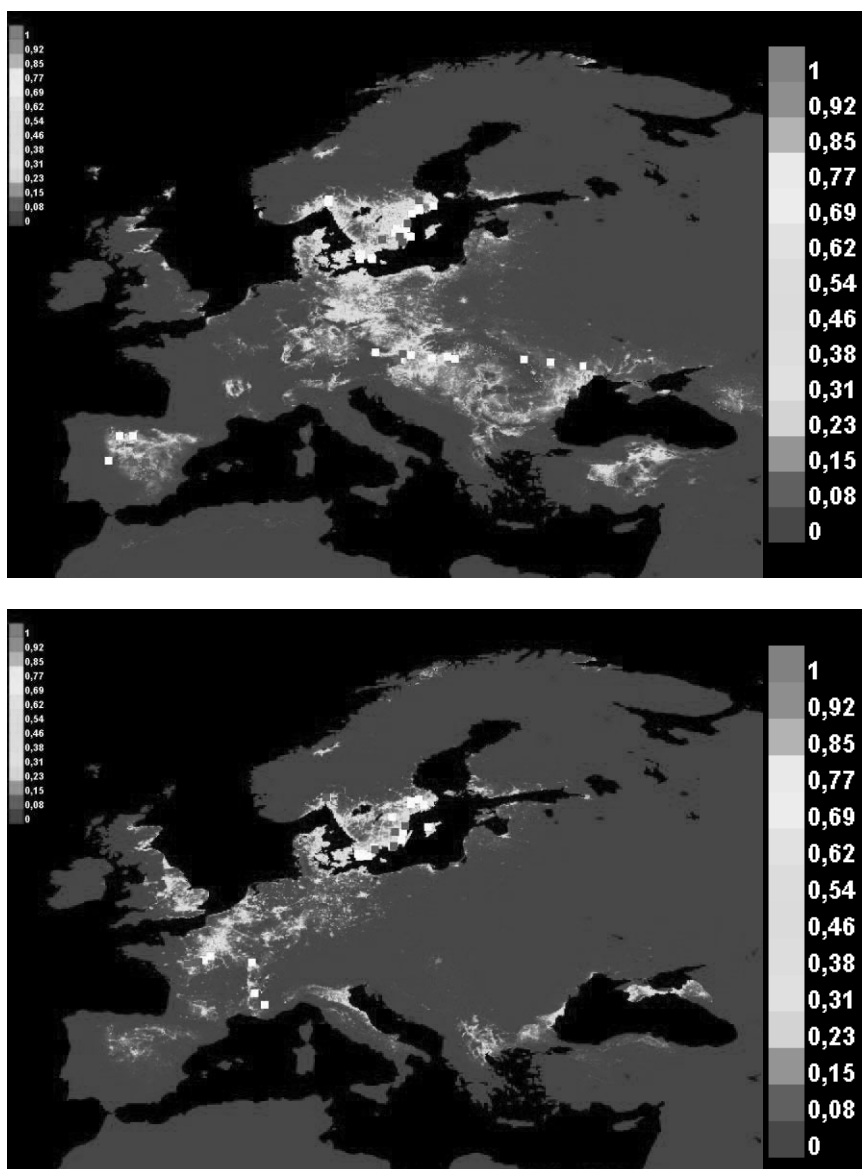


Fig 3. Modelos de distribución potencial para *G.pratensis* en 1950 (izquierda) /2015 (derecha), representado a través de la barra incertidumbre según el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt ®).

i) Modelo distribución potencial mediante la aplicación del algoritmo de máxima entropía (MaxEnt ®)

Toda esta información es usada adicionalmente para obtener un modelo aproximado de distribución potencial, a través del modelo de máximo entropía, (MaxEnt ®), partiendo del mapa de distribución presencia /ausencia. Al modelo de distribución, se incluyen las variables ambientales y auxiliares, para obtener de la medida de similitud ambiental, en cada pixel donde la especie ha sido observada.

Tras aplicar el modelo predictivo, se obtiene los mapas de predicción (*Make pictures of predictions*), representados en la figura 4, donde se muestra la incertidumbre de los modelos de distribución de *G. pratensis*. Se observó diferencia significativa ($P < 0.1$) de la incertidumbre de los modelos generados. En los modelos, se observa una incertidumbre mayor en casi toda el área prevista en comparación con la situación previa, lo que nos permite estimar la regresión a la que está expuesto el taxón añadiendo las variables físicas y biológicas (incluyendo a huella humana).

Discusión

El estudio corológico del grupo *G. pratensis*, nos muestra un taxón con distribución europea-mediterránea, como marcan diversos autores (Tison, 2004; Govaerts *et al.* 2006; Eunis, 2012; GBIF, 2012; López, 2013), etc.). A nivel peninsular, el estudio corológico supone la construcción de un mapa corológico novedoso, ya que no se conocía con exactitud la distribución total de *G.pratensis* en la Península Ibérica, aunque si existían recopilaciones anteriores (Terracciano, 1905; Vázquez *et al.*, 2004; GBIF, 2012; López, 2013). Esto se debe en parte a la falta de material en muchas colecciones botánicas, y al corto periodo vegetativo de este taxon (Levichev, 1999; Ferrer & Guara, 2007). El estudio de la distribución a nivel peninsular, nos revela que el grupo de *G.pratensis* está asociada a los sistemas montañosos de Pirineos, Sistema Central, y Picos de Europa, principalmente.

Los estudios corológicos y los trabajos de campo realizados en Extremadura, aportan nuevas anotaciones corológicas para la región en las poblaciones: La Garganta, cercanías de la Muela (30TTK66), La Garganta Valle de Valozano (30TTK66), La Garganta hacia Candelario (30TTK66), y El Piornal (30TTK56), que suponen una ampliación del área de distribución, y una vez más pone de manifiesto la continuidad entre poblaciones extremeñas y salmantinas (Vázquez *et al.*, 2004).

En total, en Extremadura, se localizan 8 poblaciones, en la provincia de Cáceres, en la que destaca la población situada en La Garganta, por mayor tamaño poblacional y mayor variabilidad morfológica.

En el análisis ecológico, apoyado en Sistemas de Información Geográfica, nos permite gestionar y analizar toda la información georreferenciada de las poblaciones naturales, aportando o complementando características ecológicas de especies vegetales, y particularmente, en el estudio de *G.pratensis*. Sin embargo, debemos tener en cuenta la discordancia que puede existir entre la escala de datos de campo tradicionales y las fuentes de datos de los Sistemas Automáticos (Cabezas, 2005), y por ello debemos destacar la escala de trabajo en el análisis de los datos ecológicos y corológicos.

El análisis altitudinal del material peninsular, en función de su distribución, y el análisis espacial (SIG), nos marca un rango altitudinal de 840 – 1515 m. Otros datos, procedentes de datos de campo nos marcarían un rango más amplio, entre 500-2000 m, aunque con más abundancia entre los 1100-1700 m. Estos datos, deben tomarse como generales dentro del material peninsular, puesto que dicho rango estaría marcado además por otros factores,

como latitud, microclimas, etc. Así, los gradientes más altos coinciden con material procedente del pirineo aragonés 1160-2000m (Instituto Pirenaico, 2012) siguiendo en concordancia con los datos europeos, que en Francia alcanzan el piso subalpino a 1600 m, aunque en Suiza, las cotas son más bajas, en torno a 420-570 m altitud (Käsermann, 1999). Mientras, las poblaciones de *G.pratensis* en Extremadura, presentan un rango altitudinal más bajo, en torno a los 800 -1500 m, según los datos de campo, y análisis espacial (buffer 2 Km), aunque la mayor densidad de altitud, según el estudio del territorio de distribución marca el rango más abundante entre 790-1500 m. Dato que estaría más próximo al rango altitudinal obtenido para el material peninsular.

En relación a la pendiente del territorio, el taxón se sitúa sobre territorios en suavemente ondulados (2-6%) o inclinado (6-13%) en un 71,4% del total del territorio de distribución. A nivel regional, según el análisis espacial aplicado, las poblaciones se localizan sobre territorios generalmente más inclinados (6-13% pendiente), que la media peninsular, aunque también es abundante en suelos suavemente ondulados (2-6% de pendiente).

La orientación, también analizada, debido a su influencia en la determinación de microclimas, que determinarán el régimen hídrico del suelo asociado a las condiciones climatológicas del territorio. A nivel peninsular, el análisis refleja la presencia del taxón en territorios en todo el rango de orientaciones, sin embargo es levemente menor en orientación Oeste. Este dato es destacable, ya que difiere ligeramente de las características del territorio dónde se asienta *G.pratensis* en Extremadura, cuyo análisis refleja una mayor proporción de territorios con orientación Oeste.

Debemos buscar explicación a este hecho, ya que, el conjunto de características que definen las condiciones ecológicas de *G.pratensis* en Extremadura, difieren ligeramente del territorio peninsular. Una explicación lógica es incluir además las condiciones climáticas del territorio, que explicarían la presencia de esta orientación y además, son determinantes para determinar los pisos bioclimáticos en los que estaría presente el taxón. El territorio extremeño se caracteriza por un clima marcadamente mediterráneo, pero que además tiene fuertes influencias de la vertiente atlántica (oeste del territorio), que condiciona los niveles pluviométricos. El análisis de las poblaciones dónde se asienta *G.pratensis* nos revela unas condiciones climáticas con fuerte estacionalidad, típicamente mediterráneas, temperaturas medias entre estimadas entre 27-9° C, con precipitaciones medias anuales aprox. 1100 l/m², concentradas en los meses de invierno y un fuerte déficit hídrico en los meses de julio- agosto (septiembre), y heladas localizadas desde las meses de Noviembre a Marzo (Abril). Este dato es importante si además tenemos en cuenta que numerosos grupos de taxones o comunidades están perfectamente ceñidas a una determinadas condiciones "termo-ombroclimática" y en consecuencia pueden usarse como bioindicadores de pisos, ombroclimas, o incluso unidades biogeográficas (Rivas Martinez, 1983). De hecho, el análisis detallado de la vegetación potencial de las poblaciones de *G.pratensis* en Extremadura (Rivas Martinez, 1987), nos marca dos provincias climáticas, supra o mesomediterráneos, asociadas a melojares de *Q. pyrenaica* en ambos pisos.

Podemos describir otras características físico-químicas que determinarán la presencia de *G.pratensis* en Extremadura, atendiendo al análisis geológico y edáfico. Las poblaciones extremeñas, se corresponden con la unidad geológica denominada Iberia Silíceo, se trata de materiales prehercínicos o hercínicos (granitos o dioritas), o bien, depósitos de cuarcitas o areniscas del Silúrico Inferior (Paleozoico). Esta característica coincide con la distribución de los materiales prehercínicos o hercínicos, a nivel peninsular, que surgen en la parte occidental de la Península, parte central de los Pirineos y Penibética (García, 1995), dónde coinciden otras poblaciones de *G.pratensis* en la Península Ibérica. Existen pocos datos sobre la preferencia edáfica del taxón a nivel peninsular, aunque es considerada indiferente edáfica (Instituto Pirenaico, 2012). Las referencias edáficas

encontradas en las poblaciones de *G. pratensis* en el territorio extremeño (Fernández & Labrador, 2003), presentan predominantemente suelos con asociaciones de leptosoles y cambisoles. Destaca la presencia de cambisoles, desarrollados a partir de materiales ácidos y bajo vegetación de bosque, con un horizonte superficial rico en materia orgánica, que coincide notablemente con las observaciones realizadas en el trabajo de campo.

En cuanto a los hábitats ocupados, a nivel europeo hay dos hábitats muy marcados, correspondientes a pastizales montanos o áreas arvenses (campos de cultivo) (Tison, 1997). Si bien son hábitats muy diversos a escala mundial, en la Península Ibérica están asociados a pastos, claros de matorrales y rellanos de roquedos con suelos crioturbados (Instituto Pirenaico, 2012) o bien, pastos frescos y bosques caducifolios o encinares aclarados (López, 2013). Estos hábitats con los localizados a nivel regional, donde es más frecuente encontrar las poblaciones de *G. pratensis* asociadas a bosques de frondosas caducifolias, específicamente melojares de *Q. pyrenaica*, con presencia de castaños, abedules o bosques de ribera, presentes en las poblaciones de Castañar de Ibor, Barrado y La Garganta (Valle de Valozano) o bien, en áreas de pastizales (Piornal), piornales (matorrales de Genista purgans) o turberas (La Garganta, próxim. de área de turbera).

Tenemos en resumen, una serie de hábitats muy específicos, bien conservados, y con características ecológicas muy determinadas, y que llegan a ser delimitantes para el taxón en el conjunto de la región, e incluso a nivel peninsular, tanto por altitud, pendiente, orientación, geología, edafología o condiciones climáticas.

Además debemos sumar, el hecho de que el tamaño de las poblaciones del taxón son muy reducidas, con una fuerte tendencia al aislamiento geográfico, debido a la orografía del territorio, y con una biología reproductora asociada a ciclos vegetativos muy cortos, con alta tasa de reproducción asexual (Caparelli et al, 2006; Schnittler et al, 2013).

Complementariamente, destacamos los modelos de distribución potencial realizados, ya que no conocemos estudios previos de modelización en el género. En la actualidad es difícil plantearse estudios sobre las consecuencias del cambio global sobre la biodiversidad, sin el concurso de los modelos de distribución de especies (Mateo *et al.*, 2011). Los resultados obtenidos, revelan una evidente regresión a nivel europeo entre los periodos 1950-2015, principalmente en las poblaciones ibéricas y centroeuropea, hacia cotas más elevadas, hecho que concuerdan con otros datos obtenidos sobre la regresión de especies montanas (Nouye, 2008; Anderson *et al.*, 2012) o en otras especies de la familia Liliaceae (Lambert *et al.*, 2010).

En resumen, las características corológicas y ecológicas de *G. pratensis* estudiadas, marcan condiciones muy específicas, y frágiles ante diversas amenazas. Entre las amenazas que afectan a las poblaciones naturales en la región europea destacan: prácticas agrícolas, aislamiento geográfico y su pequeño tamaño poblacional, que reduce la variabilidad genética. Además la supervivencia de las poblaciones se ve amenazada por prácticas agrícolas inadecuadas, abandono o la destrucción de su hábitat y la aplicación de herbicidas, y consecuencias directas sobre su hábitats naturales por efecto del cambio climático (Weibel & Keel, 2004; Nouye, 2008; SPNF, 2012). De hecho, a nivel europeo existen referencias expresas a la conservación de *G. pratensis*. Países como Alemania, Austria, Luxemburgo, Francia o Italia, recogen esta especie en el listado de la Red Natura 2000. Lituania incluye este taxón en su Lista Roja de especies amenazadas (EUNIS, 2012; SPNF, 2012) y Suiza ha desarrollado un Plan de Acción para su conservación (Weibel & Keel, 2004).

A nivel nacional, también encontramos figuras de protección en varias comunidades autónomas. En Cantabria se incluye en la categoría “vulnerable” en el Catálogo de la Flora Amenazada de Navarra. Decreto Foral 94/1997 (07/04/1997). En Cataluña se cataloga como taxón en “peligro de extinción” en el D.O.G.C. núm. 6854, de

20 de abril de 2015, de revisión del Catálogo de flora amenazada de Cataluña, DOGC núm. 5204 (28/08/2008).

La inclusión de este taxón en catálogos regionales de flora amenazada, son una prueba más de la regresión que sufre esta especie en toda Europa. Por ello, consideramos que la situación de *G. pratensis* es un taxón muy vulnerable a la alteración de su hábitat, y que debería ser tenido en cuenta para su inclusión en catálogos de especies amenazadas.

Apéndice 1

Material estudiado:

Gagea pratensis (Pers.) Dumort

AUSTRIA:

Wien, Weiser (Vienna) 10/04/1958, leg.? Herbar Voigt, Botanischer Tauschverein in Wien (apud *Gagea pusilla* Schult) (GAT 276) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996].

FRANCIA- ALEMANIA:

Wissembourg (Bas-Rhin, France et Palatinat, Allemagne), 1858, Champs de blés et de trèfle et vignes des collines du diluvium et de l'alluvion, Schultz F. (LY-G8) (apud *Gagea* var. β *arvensis* F. Schultz).

FRANCIA:

Champs entre Bourgueil et Port-Boulet, Seulement sur la Lane et le Changeon (ou Doigt), Sur les communes de Bourgueil et Saint-Nicolas-de-Bourgueil, 6 avril 1863, leg. Tourlet, (H-TOURLET 1152.01)./ Champs entre Port-Boulet et Bourgueil , 1. 25 avril 1864 ; 2. mi-avril 1853, leg. Tourlet & Boreau, (H-TOURLET 1152.04)./ Bourgueil et Port-Boulet, 21 avril 1873, leg. Tourlet, (H-TOURLET 1152.05). /La Riche-extra, près de la ferme de Gévrioux, 16 mars 1873, leg. Tourlet, (H-TOURLET 1152.02)/. Négron, champs sablonneux près de la ferme des Ormeaux, 17 mars 1884, leg. Tourlet, (H-TOURLET 1152.03).

ALEMANIA:

Aschersleben (Welbsleben, Harkerode), Wiesen-Goldstern: Zwischen Welbsleben und Harkerode unweit Aschersleben 03/05/1935, leg. P. Schuster, Herbar Schultes, (GAT 274) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]./Bernburg, Kraukau (Montains of Krakau), Bernburg: Kurzgrasiger Hang der Krakauer Berge 02/04/1920, Leg. F. Hermann, Flora des unteren Saalegaues, Herbar Hermann, (GAT 267) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Ibidem, Saale (river), Bernburg: Hecklinger Busch., 09/04/1920, leg. F. Hermann, Herbar Hermann, Flora des unteren Saalegaues, (GAT 281) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Ibidem, Pfaffenberg bei Trebnitz (Nordischer Grand), 02/04/1920, leg. F. Hermann, Herbar Hermann, Flora des unteren Saalegaues (GAT 290) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Böhmen, Woslosvitz?, Kaaden: Hutweide bei Woslosvitz, 16/04/1911, ca. 400 m, Leg. Johannes Steizhamer, Flora von Böhmen, (GAT 280) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Brandenburg, 08/04/1920, leg. Golys , apud *Gagea pratensis* Schult, Herbar Schult. Germania borealis, (GAT 266) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. / Ibidem,, Sachsen, Nordöstliches Harzvorland, Kreis Brandenburg: Habel- Umgebung, im Wassergrund nördlich von Friedrichsaue, 11/04/1948, leg. ?, (GAT 297) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Buckow, Sandacker bei Bucko (Buckow), 28/04/1923-01/05/1923, leg. F. Hermann, Herbar Hermann, Flora des Flämings, (GAT 270) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. Chnedlinburg, Nördl, Harzavorland; Steinhof bei Chnedlinburg, 06/07/1948, leg. H. Oesterreich, (GAT 278) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Chamsandig, bei Walderbach Lkr. 19.04.1978, Mergenthaler, Flora exsiccata Bavarica, Nachträge, (Die Regensburgische Botanische Gesellschaft Nr. REG: 043548). /Dessau, Grobkühnau, Sandacker zwischen Dessau und Grobkühnau, 1897, leg. Hermann, Herbar Hermann, Flora von Anhalt., (GAT 271) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Diebzieger (North of Germany) Aken: Diebzieger Busch), 18/04/1920, Im Laubwalde (Sandiger Humusleg. F. Hermann, Herbar Hermann, Flora des norddeutschen Flachlandes (GAT 293) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Friedrichs-? 08/04/1973, Herkunftsland: Wasserwiese oberhalb Friedrichs-? Wassergründe Dtl: (Deutschland : gelb), (GAT 263) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Hannover, Wiesen-Goldstern, Herrenhäuser Anlagen, April 1896, leg. Dr. Ihssen, Herbar Ihssen, (GAT 265) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Hecklinger Büschen, 15/04/1933, *Gagea lutea* aus den Hecklinger Büschen. Sehr selten blühend, stets mit unendlichen Brutzwiebeln. Lichtgrün nur 4-5 mm breit g(an)z allmählich in den Fortsatz verschmälert. Eine Blüte je 4 Kelch und 4 Kronblätter, leg. F. Hermann, Herbar Hermann, (GAT 294) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]./ Hessen, Salmünster (Kurhessen), 27/April/1860, leg. G- Kastropp Herbar Voigt, (GAT 286) (apud. *Gagea stenopetala* Reichenbach.) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Könnern: Pfaffenberg bei Trebnitz (Nordischer Grand), 30/03/1920, Leg. F. Hermann, Flora des unteren Saalegaues, Herbar Hermann, (GAT 268) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Mecklenburg, Mecklen,

Parchin. 07/04/1936, Auf Äckern bei der ehemaligen Ziegelei, Leg. Dahnke-Parchim (GAT 279) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]./Nelben Schlucht bei Könnern (Rotliegendes) 30/03/1920, leg. F. Hermann, Flora de unteren Saalegaues, Herbar Hermann (Gesammelt von F. Hermann), (GAT 269) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Neukloster, 18/05/2002, leg. H. Henker, Herbar Voigt, (GAT 298) (apud. *Ornithogalum stenopetalum*) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. Osttharz, Meisdorf, Wiesen-Goldstern: Schloßallee bei Meisdorf (Osttharz), 26/April/1936, Leg. P. Schuster, Herbar Schuster, (GAT 273) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Rheinostheim am Main, Herbar Voigt, (GAT 287) (apud. *Gagea stenopetala* Reichenbach.) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Sin localización, 03/05/1908, leg. F. Hermann, Herbar Hermann, Flora von Anhalt., (GAT 277) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. Sin localización, 1835, leg. Koch, Herbar Voigt, apud *Gagea pratensis* Schult, Herbar Koch. (GAT 269) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Thüringen, Jena, Feld-Goldstern, Tübingen: Wiesen bei Jena, 03/04/1882, leg. Dr. Ihssen, Herbar Dr. Ihssen (GAT 295)[Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Weisen-Goldstern: Exemplar von der Zhelendor-Schonauer Flur (bei Berlin), 22/04/1928, (GAT 289)[Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]. /Ibidem: mit zwei Fruchtknoten in einer Blüte. Gutsgarten in Reichen orst bei Wünschelburg in Schlesien, ca. 420m Seehöhe (altura del mar), 1903, leg. P. Schuster, Herbar Schuster (GAT 291) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996]./ Wiesengoldstern, Feuchte Wiese i. A. Dorf., 01/04/1938?, Herbar Lincke, (GAT 264) [Rev. I. Levichev (LE) 10/07/1996 (terratalogie-8-petalis)].

ESPAÑA:

ALBACETE (AB): Cañada de los Mojones-Calar del Mundo, 19/3/1983, 1300 msm, Prados de encinar de *Quercus rotundifolia*, (MA311065).

ÁVILA: Valle de iruelas, 26/4/1933, (MA20564).

BURGOS (BU): Burgos, La Quinta, 6/4/1914, 850 msm, praderas, (MA20565). Los Altos, Dobro, 1/4/1991, 1060 msm, ribazos entre cultivos, sustrato calizo, Betoño & Alejandre (MA53687).

CÁCERES (CC): Barrado, cerca de La Solana, 30TTK54, En rebollares y castañares por encima 700 msm, 5/3/2004, F. M. Vázquez (HSS 11779/11780). Hacia Candelario, 30TTK66, 11/4/2006, S. Ramos, S. Rincón & F.M. Vázquez (HSS 19103). Bajando el Puerto del Piornal, 30TTK56, Melojar, 3/4/2006, J. Blanco, S. Ramos & F. M. Vázquez (HSS 18598). Área protegida de la turbera de La Garganta, 30TTK66, En zonas colindantes a la turbera, prados de siega, 11/4/2006, S. Ramos, S. Rincón & F.M. Vázquez (HSS 19597). La Garganta, cercanías del Alto de la Muela, 30TTK66, 1800 msm aprox. Avellaneda y prados de siega, 22/3/2007, J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 30112/ 30116 /30147 /30148 / 30149 /30150). Ibidem, Valle de Valozano, 30TTK66, Bosque de ribera y prados de siega, 22/3/2007, J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 30235). Ibidem, cercanías del Alto de la Muela, 30TTK66, 1370-1400 msm. Granitos ultrabásicos, 18/4/2007, D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 31085). Ibidem, Alto de la Muela, 30TTK66, 1370-1500 msm. Prados de siega y abedular, 18/4/2007, D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 31067/ 31068/ 31069/ 31070/ 31071/ 31072/ 31073/ 31074). Castañar de Ibor, 5/3/1977, J. L. Pérez Chiscano (MA205546).

HUESCA (HU): San Juan de la Peña, 22/5/1982, 1470 msm, conglomerados silíceos, A. Barra, G. López & G. Nieto (MA432881). Ibidem, Crestas de San Salvador, 25/5/1983, 1540 msm, rellanos con anuales geófitas y con erizón, L. Villar (MA328348). Jaca, Oroel, 14/5/1978, 1650 msm, junto pozas de nieve, P. Montserrat (MA328349).

LA RIOJA (NA) Viniestra de Arriba, puerto de Montenegro, 9/5/1992, 1400-1416 msm, Pastos, repisas herbosas en roques calizos, Zuñiga, M.L. & Alejandre, J. A (MA533488).

LEÓN (LE): Montes Aquilianos, Lucillo, monte de San Amede, 4/1946, pastizales rasos, Bernis (MA20563). Ibidem, Lucillo, Pobladura de la Sierra, 28/4/1983, 1700 msm, pastos calizos, Lansac & Nieto Feliner (MA258255).

SANTANDER (SS): Cuenca, Valdeolea, 13/3/1988, 920 msm, C. Aedo (MA619939-1).

SORIA (SO): Beratón, 18/3/1990, 1340 msm, Taludes sobre cultivos, en la base dl barranco del frontal de la sierra del tablado, sustrato ácido, Zuñiga, M.L. & Alejandre, J.A. (MA53602). Valonsadero, Cañadahonda, 26/4/1964, silíceo nitrificado, A. Segura Zubizarreta (MA355943).

TOLEDO (TO): Hinojosa de San Vicente, monte de San Vicente, taludes de la pista sobre el collado del Piélagu, 20/4/1996, 1250 msm, suelo silíceo, V.J. Arán & M. J. Tohá (MA587880-1).

ZAMORA: Corrales del Vino, 19/3/1952, (MA188585). Hayalde, 11/3/1983, (MA293613). San Martín de Castañeda, Cueva de San Martín, 18/3/1987, 1350 msm, (MA509819).

Bibliografía

- Aedo, C., Herra, C., Lainz, M. & Moreno Moral, G. (1990). Contribuciones al conocimiento de la flora montañesa, VII. *Anales Jard. Bot. Madrid* 47(1): 145-166.
- Aedo, C., Aldasoro, J. J. Argüelles J. M. , Díaz Alonso J. L., Díez Riola A., Gonzáles Del Valle J. M., Lainz E. M., Moreno Moral, G., Patallo, J. & Sánchez Pedraja, O. (1997). Contribuciones al conocimiento de la flora cantábrica, III. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 55 (2): 321-350.
- Aedo, C., Aldasoro, J. J. Argüelles J. M. , Carlón L., Díez Riola A., Gómez G., Gonzáles Del Valle J. M., Lainz E. M., Moreno Moral, G., Patallo, J. & Sánchez Pedraja, O. (2001). Contribuciones al conocimiento de la flora cantábrica, V. *Bol. Cien. Nat. R.I.D.E.A.*, 47: 7-52.
- Anderson, J.T., Inouye, D. McKinney, A.M. Colautt, R.I. & Mitchell-Olds, T. (2012). Phenotypic plasticity and adaptive evolution contribute to advancing flowering phenology in response to climate change. *Proc. R. Soc. B* (2012) 279, 3843–3852
- Alcalde Molero, C. (2005). Mapa Geológico de Extremadura en Muñoz, P. & Martínez, E. (Coord. de la edición), *Patrimonio Geológico de Extremadura: Geodiversidad y Lugares de Interés Geológico*, 2.2:71-96, Edita Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.
- Alcaraz Ariza, F., Sánchez-Gómez, P., Robledo Miras, A. Ríos Ruiz, S. (1989). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 2061-2097. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 45(2):541.
- Alejandre, J. A., J. M^a. García López & G. Mateo Sanz, Eds. (2006). Atlas de la flora vascular silvestre de Burgos. 924 pp. Editan: Junta de Castilla y León y Caja Rural de Burgos. [<http://www.floramontiberica.org> (15/01/2008)]
- Almaraz, T. (1999). Fragmenta Chorologica Occidentalia, Fungi, 6918-6935. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 57(1):141-143.
- Álvarez Fernández, I., Herrero-Nieto, A. & Pajarón, S. (1995). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 5527-5542. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 53(1):116.
- Anthos (2012). (Sistema de información sobre las plantas de España) Real Jardín Botánico, CSIC. <http://62.81.222.150/Anthos/inicio.asp> (10/02/2012).
- Cabezas Fernández, J. (2005). Aplicaciones SIG en la gestión medioambiental. Master Desarrollo Local sostenible: Agenda 21 local. (IV:2). Universidad de Extremadura
- Bayer, E; López González, G. (1988). El género *Gagea* Salisb. en la flora española ochenta y dos años después de la monografía de Terraciano. Homenaje a Pedro Montserrat. *Monogr. Inst. Pirenaico Ecol. Jaca*, 4: 121-126.
- Benito Alonso, J.L. (2009). Catálogo florístico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe, Pirineo central aragonés). *Colección Pius Font i Quer*, 4:391 pp.
- Bolos. O. De & Vigo. J.(2003). Reseña Bibliográfica Flora Des Països Catalans, Vol. Iv, 750 Págs. Editorial Barcino. Barcelona, 2001. Isbn 84-7226-591-9 (Obra Completa). *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 60(1):74.
- Caballero, A. (1947). Dos excursiones botánicas a los alrededores de la Alberca (Salamanca, Cáceres). *Anales Jard. Bot. Madrid*, 07 (1):645_653.
- Cabezas Fernández, J. (2005). Aplicaciones SIG en la gestión medioambiental. Master Desarrollo Local sostenible: Agenda 21 local. (IV:2). Universidad de Extremadura
- Caparelli, K. F., Peruzzi L., & Cesca, G. (2006). A comparative analysis of embryo-sac development in three closely-related *Gagea* species (Liliaceae), with some considerations on their reproductive strategies. *Plant Biosystems* 140 (2) :115-122.
- Bòlos, O. & Vigo, J. (2001). Flora dels Països Catalans. Monocotiledonies. Vol IV: 74-75.
- Decreto 172/2008, de 26 de agosto, Catálogo de flora amenazada de Cataluña. DOGC núm. 5204: pág. 65881 (28/08/2008).
- Decreto Foral de Navarra 94/1997 del 7 de abril, Catálogo de la Flora Amenazada de Navarra.
- Devesa, J. A. & Ruiz, T. (1995). “La Vegetación” en: DEVESA, J. A. Vegetación y Flora de Extremadura 3:79-204. Universitas Editorial
- EUNIS Database (2012). (European Topic Centre on Biological Diversity for the European Environment Agency and the European Environmental Information Observation Network) <http://eunis.eea.europa.eu/about.jsp> (consulta 10/07/2012).
- Fernández, F. & Labrador, J. (2003). “Del Suelo que nos nace” en: ADENEX, Extremadura, la tierra que amanece, 1:20-55. Diputación Provincial, Área Técnica de Comunicación. Cáceres.
- Ferrer, P.P. & Guara Requena, M., 2007. Especies del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) presentes en el Levante Peninsular Ibérico. *Lagasalia*, 27: 31-51.
- Franco & Da Rocha, (1994). Nova Flora da Portugal. Escola Editora. Lisboa. Vol. 3: 50.
- García, A., 1995. “Los suelos” en: Devesa, J.A. Vegetacion y Flora de Extremadura 2:49-78. Universitas Editorial.
- Garzón, G. (2005). Geomorfología y Paisaje Extremeño en Muñoz, P. & Martínez, E. (Coord. de la edición), *Patrimonio Geológico de Extremadura: Geodiversidad y Lugares de Interés Geológico*, 2.2:71-96, Edita Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.

- GBIF (2012). (Global Biodiversity International Facility) <http://data.gbif.org/> (consulted 15/10/2012)
- GIC (2000). Atlas Climático De Extremadura. GIC – Grupo de Investigación en Conservación. Universidad de Extremadura.
- Govaerts, R. (2006). World Checklist of Liliaceae. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; www.kew.org/wcsp/monocots/ (consultado 10/12/2006)
- Käsermann, C. (1999). Merkblätter Artenschutz - Blütenpflanzen und Farne. Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL/BUWAL)
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- IGN (2002). Cartografía Corine Land Cover Nivel 5. Instituto Geográfico Nacional
- Instituto Pirenaico (2012). Flora de Aragón. Instituto Pirenaico de Ecología y Gobierno de Aragón (Departamento de Medio Ambiente). <http://www.ipe.csic.es/floragon/indexbuscadores.php>.
- Lambert, A. M., Miller-Rushing, A. J. & Inouye, D. (2010). Changes in snowmelt date and summer precipitation affect the flowering phenology of *Erythronium grandiflorum* (glacier lily; Liliaceae). *American Journal of Botany* 97(9): 1–7, 2010.
- Laínz, S. J. (1956). Aportaciones al conocimiento de la flora gallega. II (I). *Anales Del I. Botánico A. J. Cavanilles*, 14 (1):529-554.
- Laínz, S. J. (1980). Algunas observaciones a propósito de Flora europea volumen V. *Bol. Real Instituto de Estudios Asturianos*, 26: 1-10.
- Levichev, I.G. (1999). The morphology of *Gagea Salisb.* (Liliaceae) I. Subterranean organs. *Flora* 194: 379-392. (Levichev, I. G. (1999b). Zur Morphologie der Gattung *Gagea Salisb.* (Liliaceae). I. Die unterirdischen Organe. *Flora* 194: 379-392.)
- Lopez, G. (2013). *Gagea Salisb.* in S. Talavera, C. Andrés, M. Arista, M.P. Fernández Piedra, E. Rico, M.B. Crespo, A. Quintanar, A. Herrero & C. Aedo, *et al.* Flora Ibérica, Vol. XX, Liliaceae-Agavaceae: 22-74.
- Losa, T. M. (1955). Resumen de un estudio comparativo entre las floras de los Pirineos francoespañoles y los montes cántabroleoneses. *Anales Del I. Botánico A. J. Cavanilles*, 13(1):263-267.
- Losa, T. M. (1958). Catálogo de las plantas que se encuentran en los montes palentino-leoneses. *Anales Del I. Botánico A. J.*:15, 243-376.
- Mateo Sanz, G. (1986). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 539-569. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 43(1): 166-169.
- Mateo, R., G; Felicísimo, A., y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Rev. Chil. Hist. Nat.*:84 (2): 217-240
- Montserrat Recorder, P. (1981). *Gagea* del Herbario Jaca y otras novedades florísticas. *Actas III Congr. Óptima. Anales Jard. Bot. Madrid* 37 (2): 619-627.
- Ninyerola M, Pons X y Roure JM. (2005). Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica. ISBN 932860-8-7. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra. <http://opengis.uab.es/wms/iberia/mms/index.htm>
- Nouye, D. W. (2008). Effects of Climate Change on Phenology, frost damage, and floral abundance of Montane Wildflowers. *Ecology*, 89: 353–362.
- Núñez M., Sosa J.A. (1999). Climatología de Extremadura (1961-1990). Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España, 218 pp.
- Ortiz, S. & Rodríguez-Oubiña, J. (1987-88). Apuntes sobre la flora gallega, VI. *Lazarra*, 10:295-298.
- Persoon. C.H., 1794. *Ann. Bot.* (Usteri) 11 : 8-9, tab. II, Tabla 2.
- Peterson, A., Levichev, I. & Peterson, J. (2008). Systematics of *Gagea* and *Lloydia* (Liliaceae) and infrageneric classification of *Gagea* based on molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46: 446-465
- Phillips, S.J, Anderson R.P. & Schapire, R.P. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Reichenbach, H. G. L. (1830). *Flora Germanica Excursoria*, 107.
- Rivas-Martínez S. (1987). Memoria de Series de Vegetación de España. I.C.O.N.A., Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. (2002). Vascular Plant Communities Of Spain And Portugal Addenda To The Syntaxonomical Checklist Of 2001. *Itinera Geobotanica* 15(1-2): 5-922.
- Romero Buján, M.I. (2008). Catálogo da Flora de Galicia. Monografías do IBADER.
- Sanderson, E.W, Jaiteh, M., Levy, M.A., Redford, K.H., Wannebo, A.V., Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild. *Bioscience*, 52: 891–904.
- Santos, M. T., M. Ladero & A. Amor (1989). Vegetación de las intercalaciones básicas de la provincia de Cáceres (Extremadura, España). *Studia Botanica* 11: 9-147. Schultes. f., 1729. *Syst. Veg.* VII. 535 .
- Salisbury, E.J., 1805. *Ann. Bot.* (König & Sims) 2: 555.
- Segura Zubizarreta, A., G. Mateo, & J.L. Benito Alonso (2000). Catálogo florístico de la provincia de Soria. 2ª edición corregida. 3:230-231. <http://www.jolube.net>

- Schnittler, M, Peterson A., Peterson, J., Beisenovad, S., Bersimbaevd, R.I., & Pfeiffer T. (2013). Minor differences with big consequences: Reproductive patterns in the genus *Gagea* (Liliaceae).
- SPNF (2012). Inventarie National du Patrimoine Naturel d'France. Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) http://inpn.mnhn.fr/isb/servlet/ISBServlet?action=Espece&typeAction=10&pageReturn=ficheEspeceDescription.jsp&numero_taxon=99194.
- Tamura, M. N. (1998). Liliaceae in Kubitzki, K., The families and Genera of Vascular Plant, Vol. Iii Monocotyledons.
- Terraciano, A. (1905a). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola. *Bol. Soc. Aragon. Ci. Nat.* 4: 188-253.
- Terraciano, A. (1905b). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola, Palermo, 65.pp.
- Thiers B. 2010. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/> (Consulta 26-11-2010).
- Tison, J. M. (1997). Les *Gagea* du groupe *lutea* en France. *Monde Pl.* 460 : 15-16.
- Tison J.M.. (2004). Contribution à la connaissance du genre *Gagea* Salisb. (Liliaceae) en Afrique du Nord. *Lagascalia* 24: 67-87.
- Tison, J.M, Peterson, A., Harpke, D. & Peruzzi, L. (2012). Reticulate evolution of the critical mediterranean *Gagea* sect. *Didymobulbos* (Liliaceae) and its taxonomic implications. *Plant Syst Evol* (2012 on line) 299:413–438.
- Tucker, C. J., Pinzon, J. E. & Brown, M. E. (2004). Global Inventory Modeling and Mapping Studies, NA94apr15b.n11-VIg, 2.0, Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, 04/15/1994. <http://iri.columbia.edu/>
- USGS (2012). Modelo digital de elevaciones procedente del Proyecto GTOPO30 del EROS Data Center del US Geological Survey. <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/Data/Datos.html> (Consulta 21/10/2012)
- Vázquez, F. M., Ramos, S., Lucas, A. B., García, D. y Blanco, J. (2004). 138. Aportaciones a la Flora de Extremadura (España). In Fragmentos Taxonómicos, Corológicos, Nomenclaturales y Fitocenológicos (135-145). *Acta Botánica Malacitana* 29: 255- 295.
- Willdenow, C.L. (1809). *Enumeratio plantarum*:367-369.
- Weibel, U. & Keel, A. (2004). Fachstelle Naturschutz Kanton Zurich. 2004. <http://www.naturschutz.zh.ch>.

BLOQUE II: CARIOLOGÍA

CAPÍTULO 6.3

Revisión bibliográfica de las aportaciones sobre recuentos cromosómicos en el género *Gagea* Salisb (LILIACEAE)

Folia Botanica Extremadurensis, 4 (2009)



Revisión bibliográfica de las aportaciones sobre recuentos cromosómicos en el género *Gagea* Salisb (LILIACEAE)

Resumen

El estudio que nos ocupa pone de manifiesto una revisión bibliográfica sobre los recuentos cromosómicos conocidos para el género *Gagea* Salisb., a nivel mundial. En total se proponen 67 taxones con números cromosómicos conocidos. Además se analiza la información para estudiar la ploidía en el género, que varían desde 2n al 12n. Se especula sobre el origen de algunos poliploides y se pone de manifiesto la distribución de poliploides en los representantes de las dos secciones mayoritarias: *Gagea* sect. *Gagea* y *Gagea* sect. *Didymobulbos* (K. Koch) Boiss. El estudio pone de manifiesto que existe anfiploides posiblemente de origen híbrido, más frecuentes en *Gagea* sect. *Didymobulbos*. Finalmente con la información morfológica y cariológica se propone una revisión de las categorías infragenéricas para los representantes ibéricos del género *Gagea* Salisb.

Palabras clave: Taxonomía, Sistemática, Cromosomas, Península Ibérica.

Summary

Study in question shows a bibliographic review of chromosome numbers for species of genus *Gagea* Salisb. A total of 67 taxa were revised. Also, ploidy information is analyzed and level ploidy is indicated between 2n and 12n. The ploidy and poliploids origin were speculated, and is shown the distribution of polyploids, especially in the main sections of the genus: *Gagea* sect. *Gagea* and *Gagea* sect. *Didymobulbos* (K. Koch) Boiss.. The study shows potential hybrid origin of the amphiploids, more frequent in *Gagea* sect. *Didymobulbos*. Finally a revision of the infrageneric sections of the genus is proposal for the Iberian species, supported in the morphologic and caryological information.

Key words: Taxonomy, Systematic, Chromosomes, Iberian Peninsula

Introducción

El género *Gagea* Salisb., recoge aproximadamente 250 especies según diversos autores, con más de 500 nombres infraespecíficos indexados, siendo uno de los grupos más complejos dentro de la subfamilia Lilioideae (Stroh 1937; Tamura, 1998; Levichev, 1999; Govaerts *et al.*, 2003; Zarrei, 2005; Peterson *et al.*, 2008).

La alta dificultad taxonómica del *Gagea* Salisb., se debe, entre otros, al alto polimorfismo morfológico del grupo, que unida a la ausencia o limitada floración, la elevada multiplicación vegetativa y la existencia de un marcado polimorfismo estacional, provocan importantes errores taxonómicos, haciendo que la sistemática y nomenclatura del género sea muy compleja (Levichev 1999; Ferrer *et al.*, 2007).

Por esto, muchos autores proponen ampliar los caracteres diagnósticos utilizados en el género, entre ellos análisis morfológicos, anatómicos, cromosómicos y moleculares (Heyn, C. & Dafni, A. 1971; Montserrat, P., 1981, Levichev, 1999; Levichev & Tison, 2004; Peruzzi & Tison, 2004a; Ferrer *et al.*, 2007).

Sin embargo los estudios cariológicos suponen una complejidad adicional, por el alto nivel de ploidía en algunos taxones (Peterson & al., 2008; Peruzzi & al., 2008), la presencia de endopoliploidía en otros casos [*Gagea lutea* (L.) Ker.Gawl. (Korzieradzca & al., 2007)], y el muy probable origen híbrido de algunas especies (Peterson & al., 2008).

Los primeros datos sobre el número cromosómico, aportados al género provienen de obras genéricas (Darlington, & Wylie, 1955; Fedorov, 1974; Ruiz, 1978; Montserrat, 1981; Moore, 1982) pero poco a poco aparecen los primeros estudios específicos que destacan la importancia que supone el análisis cariotípico dentro del género *Gagea* Salisb. (Mesicek & Hronda; 1974; Moore, 1982), desde entonces se han sucedido estudios más completos en diversos países como Checoslovaquia (Mešicek & Hrouda, 1974), Turquía (Özhatay, 2002), Italia (Peruzzi, 2003; 2008), etc.

Apoyándonos en la revisión de buena parte de la bibliografía sobre cariología y en los estudios de biología molecular para el género *Gagea* Salisb. a nivel mundial, se pretende

actualizar la información conocida hasta la fecha sobre los recuentos y niveles de ploidía para el género *Gagea* Salisb. Además se analizará la información obtenida en varias líneas de trabajo, extrayendo posibles hipótesis sobre el origen de la poliploidía en algunos taxones, su relación con los actuales grupos taxonómicos de categorías infragenéricas, y en base al análisis global de la información, establecer una propuesta de tipo infragenérico para los taxones ibéricos conocidos.

Material y métodos

Para alcanzar los objetivos propuestos se ha analizado las obras básicas que han recopilado el conocimiento sobre el número de cromosomas en las plantas vasculares (Darlington, & Wylie, 1955; Fedorov, 1974; Moore, 1982), junto con una revisión más precisa en trabajos específicos de tipo cariológico o de biología molecular (Peruzzi, L., 2008a; Peterson & al., 2004, 2008; Peruzzi & al., 2009).

Una vez rescatada toda la información, se ha contrastado los datos, haciendo una revisión parcial de los nombres, asumiendo generalmente como válidos los propuestos en las obras de origen.

Realizada la compilación, se ha estructurado una tabla en la que se expone el nombre del taxon, la sección a la que pertenece si existen referencias, el lugar geográfico de donde procede la población del conteo, el nivel de ploidía hallado y la referencia bibliográfica de origen.

Construida la tabla que aparece reflejada en el Apéndice 1, se han analizado los datos en base al nivel de ploidía, su distribución en el género, anormalidades observadas, elementos que pudiera indicar presencia de hibridación y distribución de la ploidía, en base a los dos grandes grupos a nivel de sección para los representantes ibéricos del género *Gagea* Salisb (*G. sect. Gagea* y *G. sect. Didymobulbos* C.Koch).

Por último, una vez analizados los datos, se ha realizado una propuesta taxonómica para las categorías infragenéricas, en base al análisis realizado y a las propuestas previas encontradas para definir las categorías infragenéricas de *Gagea* Salisb., especialmente para las especies ibéricas reconocidas hasta la fecha.

Resultados y discusión

En primer lugar se expone una extensa revisión bibliográfica sobre los datos cariológicos disponibles para *Gagea* Salisb., en el Apéndice I.

Estos datos suponen aprox. un 26% de los taxones conocidos, ya que solamente se conocen datos cariológicos de 67 potenciales taxones, de los 250 estimados para el género. El número básico asignado a *Gagea* Salisb. ha sido $x=12$ (Tamura, 1998; Peruzzi *et al.*, 2009), la revisión muestra como números cromosómicos más habituales $n=24$ y 48 , que representan el 28% y 31% del total de recuentos conocidos para el género (ver Gráfico 1).

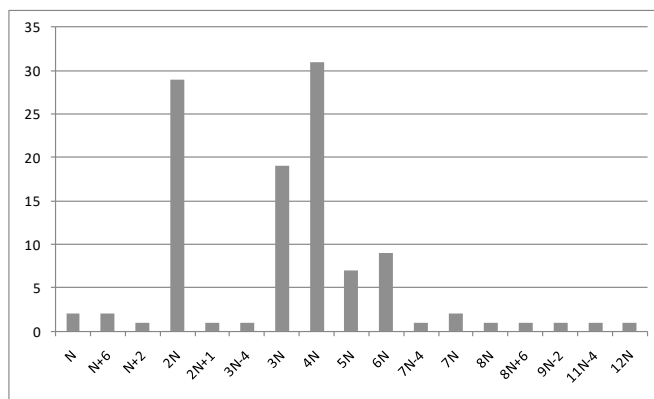


Gráfico 1. Distribución del grado de ploidía, encontrado en el análisis de los datos recogidos en el Apéndice I, para los recuentos cromosómicos conocidos en el género *Gagea* Salisb. (N=12).

Si analizamos la información contenida en el gráfico 1, además de observar la enorme diversidad de ploidías halladas, que oscilan desde $2n$ hasta $12n$, podemos ver que existen recuentos no claramente asignables a autoploiploides, como son los recuentos, $7n-4$, $8n+6$, $9n-2$, o $11n-4$. Todos recuentos esporádicos, y en muchas ocasiones únicos. En algún caso, posiblemente asignables a los problemas de endopoliploidía que se han detectado en representantes del género como *G. lutea* (L.) Ker-Gawl. (Kozieradzka & al., 2007); así como recuentos a nivel de trisomías, típicas de algunos representantes de la familia Liliaceae como *Lilium* L. (Robbins & al., 1962), que se generan en parte de los núcleos polares mientras se organiza el óvulo. Los recuentos n , $n+6$ o $3n-4$, podrían explicarse porque los recuentos realizados en *Gagea* Salisb. se producen sobre núcleos de células en división dentro de los primordios seminales.

La Gráfica 1, junto con el apéndice I, nos representa como los números cromosómicos más bajos se encuentran en las secciones *Anthericoides* A. Terracc y *Platyspermum* Boiss., siendo las secciones posiblemente más antiguas. Otras secciones tienen números cromosómicos muy altos como *Dschungaricae* Levichev (nom. nud., unpublished) y *Spathaceae* Levichev (nom. nud., unpublished), mientras que las secciones *Didymobulbos* (K. Koch) Boiss., y *Gagea* tienen taxones con mayor diversidad en los recuentos cromosómicos.

El análisis global de la información nos permite evidenciar siete grandes grupos en los que se aglutina más del 80% de los recuentos, y que se corresponden con los siguientes niveles de ploidía: $2n$; $3n$; $4n$; $5n$; $6n$; $8n$ y $12n$. Dentro de estos siete grandes grupos podemos diferenciar a los poliploides de tipo posiblemente autoploiploides, que se ajustaría a las ploidías $2n$, $4n$ y $8n$, frente a las ploidías $3n$, $5n$, $6n$, y $12n$, que posiblemente tendría un origen alopoliploide, combinación de: $3n = (n+2n)$; $5n = (2n+3n)$; $6n = (4n+2n)$; $12n = (6n+6n; 8n+4n; \text{o } 10n+2n)$. La distribución de los autoploiploides y alopoliploides se puede observar en el Gráfico 2.

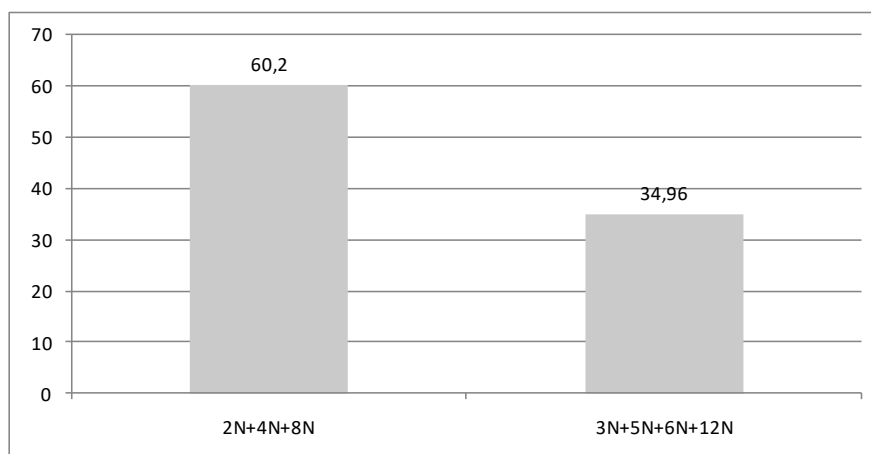


Gráfico 2. Distribución del porcentaje de autoploiploides ($2n+4n+8n$) y alopoliploides ($3n+5n+6n+12n$) encontrado en el análisis de los datos recogidos en el Apéndice I, para los recuentos cromosómicos conocidos en el género *Gagea* Salisb. ($N=12$)

Si analizamos la ploidía encontrada en los alopoliploides, podemos indicar que existe una pauta, repetida de forma sistemática. Alopoliploides originados del cruce de dos autoploiploides con diferente ploidía, y alopoliploides procedentes del cruce de dos alopoliploides con diferentes ploidías, esto explicaría las tendencias $3n$, posiblemente originado de un gameto n más otro $2n$. Los individuos $3n$, pueden generar autoploiploides del tipo $6n$ y $12n$. Y también se pueden organizar alopoliploides de segunda generación,

como $5n$, cuyo origen posiblemente sea la fusión de un gameto $2n$ más otro $3n$. Sería los alopoliploides de origen posiblemente más reciente. Si distribuimos las ploidías encontradas en el Apéndice 1, siguiendo estas ideas nos encontramos con los resultados que aparecen en el Gráfico 3.

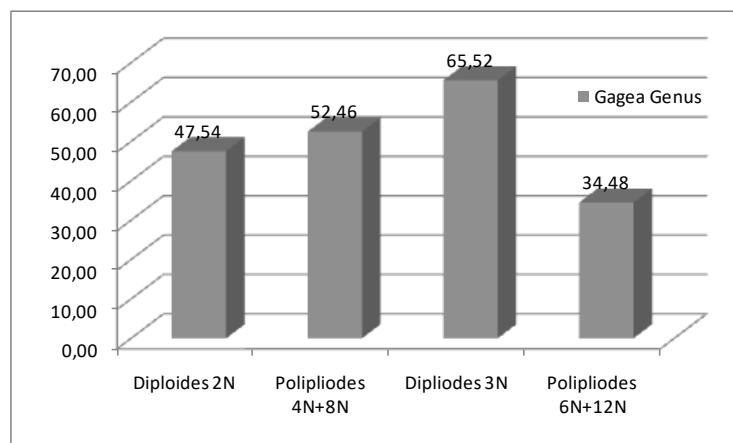


Gráfico 3. Distribución de las ploidías en el género *Gagea* Salisb., discriminando dos tipos de origen de autopolioides: de origen autopolioides ($4n+8n$) y de origen alopolioides ($6n+12n$). No se estiman los poliplioides $5n$.

Asumiendo esta situación se podría interpretar sobre la posibilidad de disponer actualmente no sólo un número básico para *Gagea* $x=12$, como han apuntado numerosos autores (Tamira, 1998; Peruzzi & al., 2009), sino de otro adicional $x=18$. Antes de explicar el origen de los números básicos $x=12$ y $x=18$, tendríamos que apoyarnos en las propuestas de Peterson & al. (2004), que habla de la posibilidad de que los números básicos primarios en algunas Liliales estuvieran en el rango de 6 a 10. Para explicar el número básico $x=12$, tendríamos que apoyarnos en un origen autopolioides de un $x=6$, y en el caso de $x=18$, de un autopolioides $x=9$. Sin embargo apoyar esta situación es contradictorio, sobre todo si analizamos los datos que aparecen reflejados en el Gráfico 2, donde se puede observar que el mayor número de recuentos conocidos se concentran en las ploidías $2n$, $4n$ y $8n$. Con este análisis desechamos la posibilidad de un número básico adicional $x=18$, y mantendríamos la idea de un único número básico $x=12$, de origen autopolioides $x=6$. Esta tesis además está apoyada en recuentos puntuales $2n=12$ para *G. lutea* (L.) Ker-Gawl (Peterson & al., 2009) y *G. reticulata* Schult. f. (Koul & Wakhlu, 1985).

Si atendemos a los datos del Gráfico 2, el porcentaje de autopolioides supera en cerca del doble al de alopolioides. Si asumiéramos que la presencia de alopolioides está ligada en parte a los procesos de hibridación (Stebbins, 1971; Briggs & al., 1990), podríamos decir que la hibridación es un proceso existente dentro del género *Gagea* Salisb., como ya ha puesto de manifiesto otros autores (Peruzzi & al., 2008a; Peterson & al., 2008), y ha sido posiblemente un mecanismo dentro de la evolución del género. La presencia de alopolioides de primer orden, como podría ser los representantes con ploidías $3n$, que pudieran haber formado autopolioides del tipo $6n$, además pone de manifiesto que la poliploidía ha podido ser uno de los mecanismos más frecuentes y con mayor fuerza evolutiva para la diversificación y evolución del género.

Respecto a los representantes ibéricos, cuando analizamos la información de ploidías encontradas, en función de las dos grandes secciones en que se dividen (*Gagea* y *Didymobulbos*), nos ofrece los resultados que aparecen en el Gráfico 4.

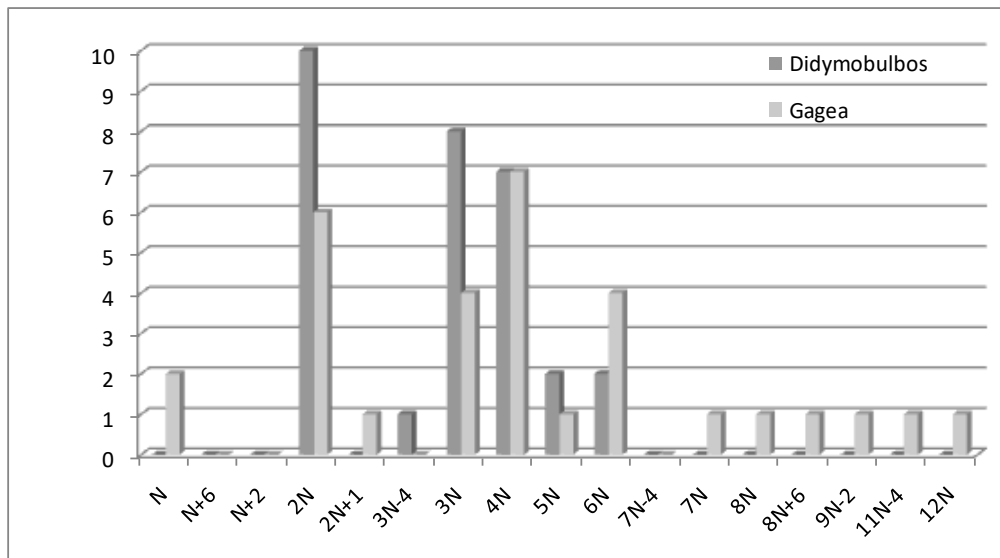


Gráfico 4. Distribución del grado de ploidía, encontrado en el análisis de los datos recogidos en el Apéndice I, para las secciones *Gagea* y *Didymobulbos*, dentro del género *Gagea* Salisb. (N=12).

Los resultados del Gráfico 4 nos ofrecen una nueva visión de la ploidía en el género *Gagea* Salisb.. Mientras que la ploidía dentro de los representantes de la sección *Didymobulbos*, no superan $6n$, en la sección *Gagea* se puede alcanzar hasta $12n$. Otro dato significativo, es la frecuencia de anomalías de ploidía dentro de los representantes de la sección *Gagea*, mientras que los representantes de la sección *Didymobulbos* no disponen de poliploides con grado menor a $2n$. Además, otro análisis revelador de la funcionalidad de los poliploides en los dos grupos analizados, nos revela la existencia de autopoliploides y alopoliploides, que se corresponden en un grado similar a los encontrados globalmente en el género. Sin embargo, son más frecuentes los alopoliploides en el grupo *Didymobulbos* que en *Gagea*, aspecto que nos podría revelar una mayor tasa de hibridación (ver Gráfico 5).

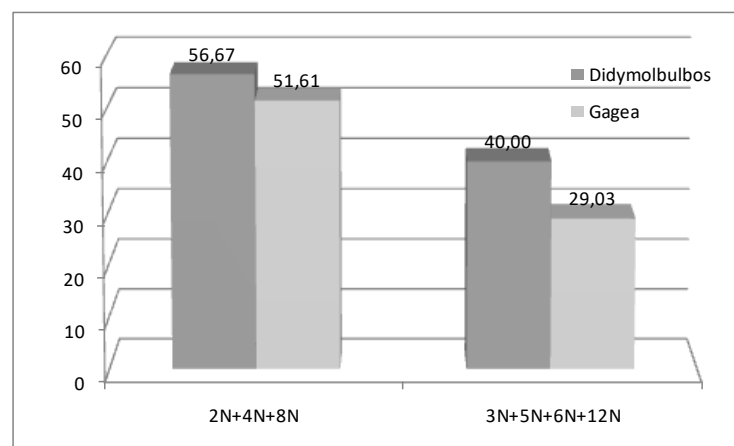


Gráfico 5. Distribución del porcentaje de autopoliploides ($2n+4n+8n$) y alopoliploides ($3n+5n+6n+12n$) encontrado en el análisis de los datos recogidos en el Apéndice I, para los grupos *Didymobulbos* y *Gagea* con los recuentos cromosómicos conocidos del género *Gagea* Salisb. (N=12)

Si mantenemos la idea inicial de que existen alopoliploides que originariamente pudieran formar autopoliploides, siendo una línea evolutiva posterior que facilitaría la diversificación del grupo, podríamos analizar separadamente y para cada sección, los grupos de autopoliploides genuinos de los autopoliploides de origen alopoliploides, y nos encontraríamos con los resultados del Gráfico 6.

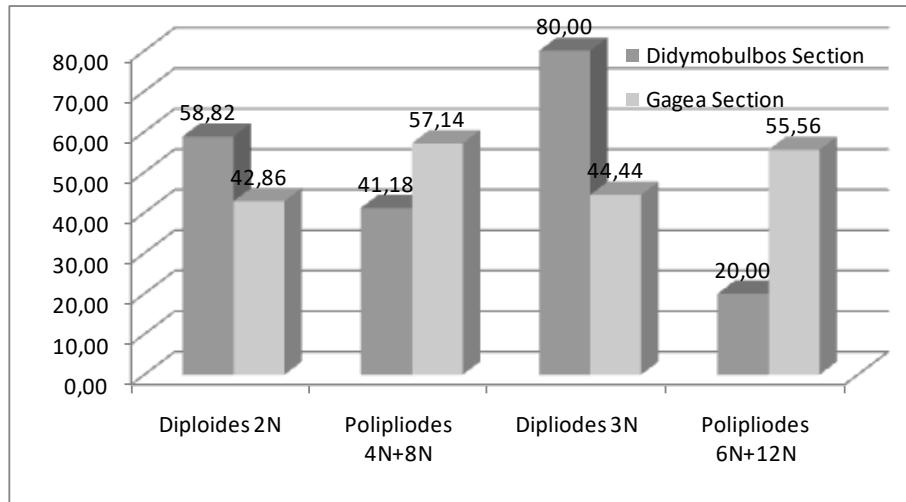


Gráfico 6. Distribución de las ploidías en las secciones *Gagea* y *Didymobulbos*, discriminando dos tipos de origen de autopolioides: de origen autopolioides (4n+8n) y de origen alopolioides (6n+12n). No se estiman los poliploides 5n.

Con este análisis volvemos a discriminar a los dos grupos perfectamente, y además, observamos como dentro de la sección *Didymibulbos* predominan los diploides, frente a los poliploides considerados. Contrastadamente en la sección *Gagea*, en todos los casos observables ocurre lo contrario. Esto nos vuelve a poner de manifiesto una posible pasividad evolutiva en los representantes de la sección *Didymobulbos* frente a los de la sección *Gagea*, apoyándonos en los datos y comentarios de Leitch & al. (2007) y Peruzzi & al. (2009).

Si analizamos conjuntamente la información de ploidía, alopolioides, y autopolioides encontrados en los resultados previamente expuestos para los dos grandes grupos, y lo contrastamos con las propuestas taxonómicas a nivel de taxones infragenéricos, podemos indicar que dentro de los dos grandes grupos, se podría establecer al menos una división: que incluya los taxones con origen autopolioides, frente a la de origen alopolioides, hecho que nos permitiría establecer al menos un nivel infra-sección dentro de los dos grupos (series), como ya han establecido algunos autores (Peruzzi & al., 2008). Sin embargo, esta propuesta es discutible por numerosos motivos, entre ellos, porque el origen alopolioides no está plenamente demostrado en todos los taxones con ploidías 3n, 5n o 6n, e incluso aún demostrado, pueden proceder de taxones autopolioides muy próximos que se enmarquen en la misma sección. Por todos estos motivos, los criterios que se van a establecer para poder justificar niveles inferiores a las secciones, dentro de los grupos en estudio, serán la combinación de caracteres morfológicos, extraídos de la bibliografía consultada, cariológicos y ocasionalmente geográficos.

Apoyándonos en la bibliografía previa y en los resultados previamente obtenidos, proponemos las siguientes unidades infragenéricas para los taxones ibéricos del género *Gagea* Salisb.:

Gagea Salisb., *Ann. Bot.* [König & Sims]. 2(3): 555 (1806).
Especie tipo: *G. pratensis* (Pers.) Dumort (Uphof, 1958).

I. **Gagea** sect. **Gagea**

Sinónimos:

Gagea sect. *Nudiscaposae* A.Terracc., *Bol. Soc. Orto Palermo* 2(3): 30 (1905) p.p.

Especie tipo: *G. pratensis* (Pers.) Dumort.

Descripción: Caracterizada por la presencia de un sistema radicular constituido por bulbos completos, habitualmente independientes, desprovistas de formaciones de bulbillos axilares en las hojas caulinares y habitualmente con una hoja radical.

Nivel de ploidía que recoge: 2n, 4n, 6n, 8n, 10n, 12n.

Distribución: Asia, Europa y Norte de África.

I.a. **Gagea** sect. **Gagea** ser. **Gagea**

Sinónimos:

Gagea sect. *Tribulbos* Boiss., *Fl. Orient.* 5(1): 203. 1882.

Gagea subgen. *Engagea* sect. *Nudiscaposae* subsect. *Dispataceae*, c. *Tribulbosae* A.Terracc., *Bol. Soc. Orto Palermo* 2(3): 45. 1905.

Especie tipo: *G. pratensis* (Pers.) Dumort.

Descripción: Caracterizada por la presencia de tres bulbos con desigual tamaño, más o menos oblongos de sección, cubiertos de túnicas membranáceas.

Nivel de ploidía que recoge: 4n; 6n; 8n; 10n;

Distribución: Asia, Europa y Norte de África.

Especies Ibérica integradas en esta serie: *G. pratensis* (Pers.) Dumort.

I.b. **Gagea** sect. **Gagea** ser. **Solenarium** (Dulac) Peruzzi & J.-M.Tison, *Pl. Syst. Evol.* 276(3-4): 231. 2008.

Basionimo: *Solenarium* Dulac, *Fl. Haut.-Pyren.*: 112. 1867.

Sinónimos:

Gagea A *Holobulbos* C.Koch, *Linnaea* XXII: 226. 1849.

Gagea sect. *Holobolbos* (C.Koch) Boiss., *Fl. Orient.* 5(1): 203. 1882.

Gagea subgen. *Engagea* sect. *Nudiscaposae* subsect. *Dispataceae*, a. *Unibulbosae* A.Terracc., *Bull. Herb. Boissier* ser. 2, 5: 1070. 1905.

Especie tipo: *G. lutea* (L.) Ker-Gawl.

Descripción: Caracterizada por la presencia de un bulbo único, globoso, cubierto de túnicas coriáceas y hojas radicales con lámina amplia y flores grandes con tépalos de más de 12 mm de longitud.

Nivel de ploidía que recoge: 2n, 4n, 6n, 8n, 10n, 12n.

Distribución: Euroásia.

Especies Ibérica integradas en esta serie: *G. lutea* (L.) Ker-Gawl.

I.c. **Gagea** sect. **Gagea** ser. **Pusilleae** (A.Terracc.) M.T.Davlianidze, *Zametki Sist. Geogr. Rast.* 30: 62. 1973.

Basionimo: *Gagea* subgen. *Engagea* sect. *Nudiscaposae* subsect. *Dispataceae*, a. *Unibulbosae* + *Pusillae* A.Terracc., *Bull. Herb. Boissier* ser. 2, 5: 1070. 1905.

Especie tipo: *G. pusilla* Schultes f.

Descripción: Caracterizada por la presencia de un bulbo único, globoso, cubierto de túnicas coriáceas y hojas radicales con lámina estrecha y flores medianas a pequeñas con tépalos de menos de 11 mm de longitud.

Nivel de ploidía que recoge: 2n.

Distribución: Asia, Europa y Norte de África.

Especies Ibérica integradas en esta serie: *G. reverchonii* Degen

II. **Gagea** sect. **Didymobulbos** (C.Koch) Boiss., *Fl. Orient.* 5(1): 203. 1882.

Basionimo: *Gagea* B. *Didymobulbos* C.Koch, *Linnaea* XXII: 229. 1849.

Sinónimos:

Gagea subgen. *Engagea* sect. *Nudiscaposae* subsect. *Dispataceae* b. *Dibulbosae* A.Terracc. *Bol. Soc. Arag. C. Nat.* 4: 223 (1905).

Especie tipo: *G. aurea* C.Koch, *Linnaea* XXII: 229 (1849) (= *Gagea amblyopetala* Boiss. & Heldr.)

Descripción: Caracterizada por la presencia de un bulbo al que le acompaña un bulbillo de reproducción

asexual, situado habitualmente lateralmente y en la parte apical del bulbo, con o sin formaciones de bulbillos en las hojas caulinares y con dos hojas radicales.

Nivel de ploidía que recoge: 2n, 3n, 4n, 5n, 6n.

Distribución: Asia, Europa y Norte de África.

II.a. Gagea sect. Didymobulbos ser. Didymobulbos

Sinónimos:

Gagea sect. *Foliatae* stirpe *Durienanae* A.Terracc., *Boll. Soc. Ort. Palermo*, 3: 55 (1905)

Gagea subgen. *Engagea* sect. *Foliatae* † *Euamblyopetalae* A.Terracc., *Bull. Herb. Boissier* ser. 2, 5: 116 (1905)

Especie tipo: *G. amblyopetala* Boiss. & Heldr.

Descripción: Caracterizada por la presencia de hojas radicales filiformes, inflorescencias simples o compuestas, con menos de 8 flores por planta, con o sin bulbillos caulinares y con raíces finas no induradas.

Nivel de ploidía que recoge: 2n, 3n.

Distribución: En el Mediterráneo

Especies Ibérica integradas en esta serie: *G. durieni* Trab., *G. iberica* A.Terracc.

II.b. Gagea sect. Didymobulbos ser. Soleirolianae (A.Terracc.) M.Gutiérrez & F.M. Vázquez *comb. et stat. nov.*

Basónimo: *Gagea* subgen. *Engagea* sect. *Foliatae* substirp. *Soleirolianae* A.Terracc., *Bol. Soc. Orto Palermo* 2(3): 51. 1905

Sinónimos:

Gagea sect. *Didymobulbos* ser. *Occidentales* (A.Terracc.) Peruzzi & J.-M.Tison, *Pl. Syst. Evol.* 276(3-4): 232. 2008. p.p.

Especie tipo: *G. soleirolii* F.W.Schultz ex Mutel

Descripción: Caracterizada por la presencia de hojas radicales subcilíndricas a engrosadas, frecuentemente filiformes, inflorescencias habitualmente con pocas flores de 1-7 flores por planta, sin bulbillos caulinares y con raíces finas no induradas.

Nivel de ploidía que recoge: 3n.

Distribución: Mediterráneo.

Especies Ibérica integradas en esta serie: *G. soleirolii* F.W.Schultz ex Mutel, *G. tennis* A.Terracc.

II.c. Gagea sect. Didymobulbos ser. Foliatae (A.Terracc.) M.Gutiérrez & F.M.Vázquez *comb. stat. nov.*

Basónimo: *Gagea* subgen. *Engagea* sect. *Foliatae* A.Terracc., *Bull. Soc. Bot. France* 52(4): 18. 1905.

Sinónimos:

Gagea sect. *Didymobulbos* ser. *Occidentales* (A.Terracc.) Peruzzi & J.-M.Tison, *Pl. Syst. Evol.* 276(3-4): 232. 2008. p.p.

Gagea subgen. *Engagea* sect. *Foliatae* subsect. *Occidentales* A.Terracc., *Bull. Soc. Bot. France* 52(4): 18. 1905. p.p.

Especie tipo: *G. foliosa* (J. & C. Presl) Schultes & Schultes f.

Descripción: Caracterizada por la presencia de hojas radicales planas o engrosadas, no filiformes, inflorescencias habitualmente compuestas, con 1-30 flores por planta, habitualmente con bulbillos caulinares y con raíces induradas o no induradas.

Nivel de ploidía que recoge: 4n, 6n.

Distribución: Mediterráneo y extremo Oriente.

Especies Ibérica integradas en esta serie: *G. algeriensis* Chabert, *G. cossoniana* Pascher, *G. elliptica* (A.Terracc.) Prain., *G. foliosa* (Persl.) Schultes & Schultes f., *G. lacaitae* A.Terracc. ex Lojac., *G. lusitanica* A.Terracc., *G. maroccana* (A.Terracc.) Sennen & Mauricio, *G. nevadensis* Boiss., *G. wilczekii* Braun-Bl. & Maire.

II.d. Gagea sect. Didymobulbos ser. Arvenses M.T.Davlianidze, *Zametki Sist. Geogr. Rast.* 30: 63. 1973.

Basónimo: *Gagea* subgen. *Engagea* sect. *Didymobulbos* *Arvenses* Pascher, *Lotos* 52(24): 112. 1904. p.p.

Sinónimos:

Gagea subgen. *Engagea* sect. *Nudiscaposae* subsect. *Dispataceae* b. *Dibulbosae* +++ *Granatellianae* A.Terracc. *Bull. Herb. Boissier* ser. 2. 5: 105. 1905.

Especie tipo: *G. arvensis* Dumort.

Descripción: Caracterizada por la presencia de hojas radicales subcilíndricas a engrosadas, filiformes, inflorescencias habitualmente con numerosas flores (6-37), en, habitualmente con bulbillos caulinares y con raíces ligeramente induradas.

Nivel de ploidía que recoge: 2n, 3n, 4n.

Distribución: Mediterráneo y Oriente Próximo.

Especies Ibérica integradas en esta serie: *G. arvensis* Dumort.

II.e. Gagea sect. **Didymobulbos** ser. **Saxatiles** (A.Terracc.) Peruzzi & J.-M.Tison,, *Pl. Syst. Evol.* 276(3-4): 232. 2008.

Basiónimo: *Gagea* subgen. *Engagea* sect. *Foliatae* subsect. *Saxatiles* A.Terracc., *Bull. Soc. Bot. France* 52(4): 21. 1905.

Sinónimos:

Gagea sect. *Foliatae* stirpe *Saxatiles* A.Terracc., *Boll. Soc. Ort. Palermo*, 3: 59. 1905.

Especie tipo: *G. bohémica* subsp. *saxatilis* (Mert. & Koch) Aschers. & Graebn.

Descripción: Caracterizada por la presencia de hojas radicales filiformes, inflorescencias simples, con hasta 6 flores por planta, sin bulbillos caulinares y con raíces ligeramente induradas.

Nivel de ploidía que recoge: 6n, 8n, 10n, 12n

Distribución: Mediterráneo, Europa y Asia.

Especies Ibérica integradas en esta serie: *G. bohémica* subsp. *saxatilis* (Mert. & Koch) Aschers. & Graebn.

III. Gagea sect. **Fistulosae** (Pascher) M.T.Davlianidze, *Zametki Sist. Geogr. Rast.* 30: 62 (1973)

Basiónimo: *Gagea* sect. *Monophyllos* subsect. *Fistulosae* Pascher, *Lotos* 52(1): 113 (1904)

Especie tipo: *G. fragifera* (Vill.) Ehr. Bayer & G. López

Descripción: Caracterizada por la presencia de hojas radicales fistulosas y más o menos ensanchadas, inflorescencias simples o compuestas, con 1-20 flores por planta, con o sin bulbillos caulinares y con raíces no induradas.

Nivel de ploidía que recoge: 10n, 12n.

Distribución: Desde Asia a Europa.

Especies Ibérica integradas en esta sección: *G. fragifera* (Vill.) Ehr. Bayer & G. López

Bibliografía:

- Ali S.I. (2006). Two new species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 38(1): 43-46.
- Arohonka, T. (1982). Chromosome counts of vascular plants of the island Seili in Nauvo, southwestern Finland. Turun Yliopiston Julkaisuja : Sarja A II, *Biologia-Geographica*, 3: 1-12.
- Banco de datos de biodiversidad de Cataluña (2007). <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html> (Consulta 20/11/2007).
- Bartolucci F. & Peruzzi L. (2008). Distribuzione del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) nell'Appennino centro-settentrionale. *Biogeographia*: in press.
- Bayer E. & López G. (1989). Nomenclatural notes on some names in *Gagea* Salisb. (Liliaceae). *Taxon*, 38(4): 643-645.
- Bianchi, R. (1946). Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse von *Gagea fistulosa* (Ram.) und *Lloydia serotina* (Rchb.). *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 56: 523.
- Briggs, D. & Walters, S. (1990). *Plant variation and evolution*. 2ª ed. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Caparelli K.F.; Peruzzi L. & Cesca G. (2006). A comparative analysis of embryo-sac development in three closely-related *Gagea* Salisb. species (Liliaceae), with some consideration on their reproductive strategies. *Plant Biosystems*, 140(2): 115-122.
- Contandriopoulos, J. (1962). Recherches sur la flore endémique de la Corse et sur ses origines. *Ann. Fac. Sci. Marseille*, 32: 1-354.
- Corsi, G.; Garbari, F. & Ghelardi, A. (1996). Mediterranean chromosome number reports 6 (684--691). *Flora Mediterranea*, 6: 249-262.
- Cuccuini P. & Luccioli E. (1995). Tipificazione di *Ornithogalum spathaceum* Hayne (Liliaceae) e presenza di *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. nella flora italiana. *Webbia*, 49(2): 253-264.
- Darlington, C.D. & Wylie, A. P. (1955). *Chromosome atlas of Flowering Plants*. George Allen & Unwin Ltd. London.
- Davlianidze M.T. & Bokeria M. (2005). *Contribution to the cytotaxonomy of the Georgian flora*. XVII International Botanical Congress, Wien
- Davlianidze, M. T. & Levichev, I.G. (1987). Chromosome numbers in species of the genus *Gagea* (Liliaceae) from central Asia. *Botaničeskij Žurnal* (Moscow & Leningrad), 72: 1271-1272.
- Dempsey, R. E.; Gornall, R. J. & Bailey, J. P. (1994). Contributions to a cytological catalogue of the British and Irish flora, 4. *Watsonia*, 20: 63-66.
- Fedorov, A. (1974). *Chromosome numbers of flowering plants*. Koeltz Science Publishers. Germany. Koenigstein.
- Ferrer P.P.; Laguna E.; Alba S. & Tison J.M. (2007). Sobre la presencia de *Gagea lacaitae* A. Terracc. (Liliaceae) en la flora valenciana. *Acta Botanica Malacitana*, 32: 1-12.

- Gargano D.; Peruzzi L.; Caparelli K. F. & Cesca G. (2007). Preliminary observations on the reproductive strategies in five early-flowering species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae). *Boccone*, 21: 349-358.
- Greilhuber J.; Ebert I.; Lorenz A. & Vyskot B. (2000). Origin of facultative heterochromatin in the endosperm of *Gagea lutea* (Liliaceae). *Protoplasma*, 212: 217-226.
- Henker H. (2005). Goldsterne und Stinsenpflanzen in Mecklenburg-Vorpommern. Teil 1. Die Goldsterne von Mecklenburg-Vorpommern unter besonderer Berücksichtigung kritischer und neuer Sippen. *Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern*, 39: 3-90.
- Heyn, C.C. & Dafni, A. (1977). Studies in the genus *Gagea* (Liliaceae) 11. *Israel Journal of Botany*, 26: 11-22.
- Jee, V.; Dhar, U. & Kachroo, P. (1989). Cytogeography of some endemic taxa of Kashmir Himalaya. Proceedings of the Indian National Science Academy. Part B, *Biological Sciences*, 55: 177-184.
- John H.; Peterson A. & Peterson J. (2004). Zum taxonomischen Rang zweier kritischer Sippen der Gattung *Gagea* in Mitteleuropa. *Mitteilungen zur floristischen Kartierung in Sachsen-Anhalt (Halle)*, 9: 15-26.
- Kapasa M.; Nikolaidi T.; Bareka E.P. & Kamari G. (2001). Reports (1236-1243). In: Kamari G., Blanché G., Garbari F., Mediterranean chromosome number reports 11. *Flora Mediterranea*, 11: 448-454.
- Kiehn, M.; Vitek, E.; Hellmayr, E.; Walter, J.; Tschenett, J.; Justin, C. & Mann, M. (1991). Beiträge zur Flora von Österreich: Chromosomenzählungen. *Verhandlungen der Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien*, 128: 19-39.
- Koul, A.K. & Wakhlu, A.K. (1985). Studies on the genus *Gagea* (5). Embryology of *Gagea reticulata* Schult. *Journal of Japanese Botany*, 60: 361-369.
- Kozieradzka-Kiskurno, M. (2007). Endoreduplication in the suspensor of *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl (Liliaceae). *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica*, 49 (1): 33-37.
- Krichphalushi, V.V. (1989). Sravnitelno-karyologicheskoe issledovanie prirodnykh populacij efemeroidov Karpat Pp. 25-27 in *Tesizy II Symp. Plant Karyology*.
- Lainz, M. (1976). Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur, XI. *Bol. Inst. Est. Ast. Ser. C*. 22: 3-44.
- Leute, G.H. (1974). Reports [In Löve, A. (ed.), IOPB chromosome numbers reports XLVI]. *Taxon*, 23(5/6): 811-812.
- Levan, A.; Fredga, K. & Sandberg, A. A. (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52: 201-220.
- Levichev, I.G. & Ali, S.I. (2006). Seven new species of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from Western Himalayas and adjoining regions. *Pakistan Journal of Botany*, 38(1): 55-62.
- Levichev, I.G. & Tison, J.M. (2004). Typification of the Caucasian *Gagea* (Liliaceae) taxa described by Karl Koch. *Candollea*, 59: 119-133.
- Levichev I.G. (1990). The synopsis of the genus *Gagea* (Liliaceae) from the western Tien-Shan. *Botanical Journal (St. Petersburg)*, 75(2): 225-234.
- Levichev I.G. (1999). The morphology of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) I. Subterranean organs. *Flora*, 194: 379-392.
- Levichev I.G. (2001). New species of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from western regions of Asia. *Turczaninowia*, 4(1-2): 5-35.
- Levichev I.G. (2006a). Four new species of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from Western Himalayas and the adjoining regions. *Pakistan Journal of Botany*, 38(1): 47-54.
- Levichev I.G. (2006b). A review of the *Gagea* (Liliaceae) species in the flora of Caucasus. *Botanical Journal (St. Petersburg)*, 91(6): 917-951.
- Loon, J.C.H.R. (1982). IOPB Chromosome number Reports LXXVII. *Taxon* 31(4): 763-764.
- Lövkvist, B. & Hultgård, U.M., 1999. Chromosome numbers in south Swedish vascular plants. *Opera Botanica*, 137: 1—42.
- Magulaev, A.Y. (1992). Chromosome numbers in some species of vascular plants of the northern Caucasus flora. *Botaničeskij Žurnal (Moscow & Leningrad)*, 77(10): 88-90.
- Majovsky, J. & al. (1976). Index of Chromosome numbers of Slovakian Flora. 5. *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comenianae. Bot.* 25: 1-18
- Malakhova, L. A. & Markova, G.A. (1994). Chromosome numbers in the flowering plants of Tomsk region. *Monocotyledones. Botaničeskij Žurnal (Moscow & Leningrad)*, 79(7): 134-135.
- Malakhova, L.A. (1990). Kariologičeskij analiz prirodnykh populacij redkich i ischezajushchikh rastenij na juge Tomskoj Oblasti. *Bjulleten' Glavnogo Botaniceskogo Sada*, 155: 60-66.
- Malik, C.P. & Sehgal, S.M. (1959). Chromosome number in *Gagea reticulata* Schultes. *Journ. Sci. Industr. Res.*, 18c,(8): 155-156.
- Malik, C.P. (1961). Chromosome number in some Indian Angiosperms: Monocotyledons. *Sci. & Culture*, 27(4): 197-198.
- Martín, A. (1991). Números cromosómicos de Plantas Vasculares Ibéricas (I). En Castroviejo, S. & Valdés-Bermejo, E. *Archivos de Flora Ibérica* n° 1. CSIC, Madrid: 124.
- Martinoli, G. (1950). Contributo alia caryo-logia del genere *Ornithogalum*. *Caryologia*, 3: 156-164.
- Martinoli, G. (1954). *La cytotaxinomie expérimentale appliqué aux espèces végétales de la Sardaigne et en particulier aux*

- endemiques*. VIII Congr. Intern. Bot. Compt. Red. Séances et Rapp. Et Comm. Parvenus avant les Congres Set. 9 et 10: 78-79.
- Matsuura, H. & Sutô, T. (1935). Contributions to the ideogram study in Phanerogamous plants I. *Jour. Fac. Sci. Hakkaido Imp. Univ. Ser., 5, Bot. 5*, 5: 33-75.
- Mesicek, J. & Hroudá, L. (1974). Chromosome numbers in Czechoslovak species of *Gagea* (Liliaceae). *Folia Geobotanica*, 9(4): 359-368.
- Molina J. ; Michaud H. ; Roux J.P. & Tison J.M. (1998). *Gagea mauritanica* Durieu (Liliaceae), espèce nouvelle pour la flore française. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 67: 77-78.
- Montserrat, J.M. (1981). Números cromosómicos de plantas occidentales, 77-83. *Anal. Jard. Bot. Madrid*, 38(1): 249-252.
- Moore, D.M. (1982). *Flora Europaea. Check-list and Chromosome index*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Özhatay N. (2002). Diversity of bulbous monocots in Turkey with special reference to chromosome numbers. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4): 547-555.
- Patterson T.B. & Givnish T.J. (2002). Phylogeny, concerted convergence, and phylogenetic niche conservatism in the core Liliales: Insights from *rbcL* and *ndhF* sequence data. *Evolution*, 56: 233-252.
- Peruzzi, L. & Aquaro, G. (2005). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae). II. Further karyological studies on Italian populations. *Candollea*, 60(1): 237-253.
- Peruzzi, L. & Bartolucci, F. (2006). *Gagea luberonensis* J.-M. Tison (Liliaceae) new for the Italian flora. *Webbia*, 61(1): 1-12.
- Peruzzi, L. & Caparelli, K.F. (2007). *Gagea peduncularis* (J. & C. Presl) Pascher (Liliaceae) new for the Italian flora. *Webbia*, 62(2): 261-268.
- Peruzzi, L. & Gargajo, D. (2005). Distribuzione del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Calabria. *Informatore Botanico Italiano*, 37(2): 1117-1124.
- Peruzzi, L. & Tison J.M. (2004a). Typification and taxonomic status of eleven taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) described by Achille and Nicola Terracciano and conserved at Napoli (NAP). *Candollea*, 59(2): 325-346.
- Peruzzi L. & Tison, J.M., (2004b). Verso una revisione biosistemática del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italia. Un nuovo tipo di approccio. *Informatore Botanico Italiano*, 36(2): 470-475.
- Peruzzi, L. & Tison, J.M. (2005). Typification and taxonomic status of six taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) described from Sicily and conserved at Palermo (PAL). *Candollea*, 60(2): 289-298.
- Peruzzi, L. & Tison, J.M. (2006). Typification of the names and taxonomic status of six taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) conserved at Firenze (FI). *Candollea*, 61(2): 293-303.
- Peruzzi, L. & Tison, J.M. (2007). Typification of six critical Mediterranean *Gagea* Salisb. (Liliaceae) species. *Candollea*, 62(2): 173-188.
- Peruzzi L. & Zarrei M. (2007). Typification of some critical taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from W Asia. *Candollea*, 62(2): 237-244.
- Peruzzi L. (2003). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) sect. *Foliatae* A. Terracc. and synthesis of karyological data. *Caryologia*, 56(1): 115-128.
- Peruzzi L. (2006). Taxonomic considerations on the nomenclatural types of *Gagea rhodiaca* A. Terracc. and *G. reticulata* subsp. *africana* A. Terracc. (Liliaceae), kept at Pisa (PI). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, serie B*, 113: 69-71.
- Peruzzi, L. (2008a). Hybridity as a main evolutionary force in the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae). *Plant Biosystems*, 142(1): 179-183.
- Peruzzi, L. (2008b). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae). III. New karyological data from the central Mediterranean area. *Cytologia*, 61(1): 92-106.
- Peruzzi L.; Bartolucci F.; Frignani, F & Minutillo F. (2007). *Gagea tisoniana*: a new species of *Gagea* Salisb. sect. *Gagea* (Liliaceae) from C Italy. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 155(3): 337-347.
- Peruzzi, L.; Leitch, I. J.; & Caparelli, K. F. (2009). Chromosome diversity and evolution in Liliaceae. *Annals of Botany*, 103(3):459-4751
- Peterson, A.; John, H.; Koch, E. & Peterson, J. (2004). A molecular phylogeny of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Germany inferred from non-coding chloroplast and nuclear DNA sequences. *Plant Systematics and Evolution*, 245: 145-162.
- Peterson, A., Levichev, I.G. & Peterson, J. (2008). Systematics of *Gagea* and *Lloydia* (Liliaceae) and infrageneric classification of *Gagea* based on molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46: 446-465.
- Pignatti, S. (1982). *Flora d'Italia*, 3: 352-356. Edagricole, Bologna.
- Pogan, E.; Wcislow, H. & Jankun, A. (1980). Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms Part XIII. *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica*, 22: 37-69.
- Pogosian, A. I. (1977). Chromosome numbers in some species of monocotyledons from the Transcaucasia. *Botaničeskij Žurnal (Moscow & Leningrad)*, 82(6): 117-118.
- Reynaud, C.; Verlaque, R. & Filosa, D. (1993). Mediterranean chromosome number reports 3 (234--239). *Flora Mediterranea* 3: 367-373.
- Romanov I.D. (1936). Die Embryosackentwicklung in der Gattung *Gagea* Salisb. *Planta*, 25:438-459.

- Romero C. (1986). A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon*, 35(3): 526-530.
- Rudyka, E.G. (1995). Chromosome numbers in vascular plants from the southern part of the Russian Far East. *Botaničeskij Žurnal (Moscow & Leningrad)*, 80(2): 87-90.
- Ruiz, M. (1978). Estudios cariológicos en especies españolas del orden Liliales III. Familia Liliaceae. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 34(2): 733-759.
- Sakamura, T. & Stow, I. (1926). Über die experimentell veranlasste Entstehung chromosomenzahlen. *Japanese Jour. Bot.*, 3(1): 111-137.
- Stebbins, G.L. (1971). *Chromosomal evolution in higher Plants*. Edward Arnold Pubsh. London.
- Stenar, H. (1927). Über die Entwicklung des siebenkernigen Embryosackes bei *Gagea lutea* Ker.Gawl. *Svensk. Bot. Tidskr.*, 21(3): 344-360.
- Stepanov, N.V. & Muratova, E.N. (1995). Chromosome numbers of some taxa of higher plants of Krasnoyarsk territory. *Botaničeskij Žurnal (Moscow & Leningrad)*, 80(6): 114-116.
- Tischler, G. (1934). Die Bedeutungen der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erläutert an den Arten Schleswing-Holstein, mit Ausblicken auf andere Florengebiete. *Bot. Jahrb.*, 67: 1-36.
- Tison, J.M. & Perret P. (2004). Typification d'*Ornithogalum pusillum* F. W. Schmidt et relations taxonomiques entre *Gagea pusilla* (F. W. Schmidt) Sweet, *Ornithogalum clusii* Tausch et *G. clusiana* Schult. & Schult. f. *Candollea*, 59(1): 103-108.
- Tison J.M. (1998). *Gagea granatellii* (Parl.) Parl. en France. *Le Monde des Plantes*, 462: 1-6.
- Tison J.M. (2004). *Gagea polidorii* J.-M. Tison, espèce méconnue du sud-ouest des Alpes et des Apennins. *Acta Botanica Gallica*, 151(3): 319-326.
- Tison J.M. (2004b). Identité et situation taxonomique de *Gagea polymorpha* Boissier. *Candollea*, 59(1): 109-117.
- Tison J.M. (2004c). Contribution à la connaissance du genre *Gagea* Salisb. (Liliaceae) en Afrique du Nord. *Lagascalia*, 24: 67-87.
- Uhríková, A. & Májovský, J. (1978). Reports [In Löve, A. (ed.), IOPB chromosome numbers reports LXI]; *Taxon*, 27(4): 378-379
- Uhríkova, A. & Májovský, J. (1980). In Chromosome number reports LXIX. *Taxon*, 29: 725-726.
- Uphof, J.C. Th. (1958). A review of the genus *Gagea* Salisb. I. *Plant Life* 14: 124-132.
- Váchová, M. & Májovský, J. (1978). Reports [In Löve, A. (ed.), IOPB chromosome numbers reports LXI]. *Taxon*, 27(4): 381-382.
- Váchová, M. (1980). Reports [In Löve, A. (ed.), IOPB chromosome numbers reports LXIX]. *Taxon*, 29(5): 724.
- Vir, D.U. & Kachroo, P. (1985). Chromosomal conspectus of some alpine-subalpine taxa of Kashmir Himalaya. *Chromosome Information Service*, 39: 33-35.
- Westergaard, M. (1936). A cytological study of *Gagea spathacea* with a note on the chromosome number and embryo-sac formation in *Gagea minima*. *C. R. Trab. Lab. Carlsberg Physiol.* 21: 191-437.
- Zakirova, R.O. & Nafanailova, I.I. (1988). Chromosome numbers in some species of the Kazakhstan flora. *Botaničeskij Žurnal (Moscow & Leningrad)*, 73: 1493-1494.
- Zarrei, M. & Zarre, S. (2005a). Pollen morphology of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Iran. *Flora*, 200: 96-108.
- Zarrei, M. & Zarre, S. (2005b). A new species of *Gagea* (Liliaceae) from Iran. *Nordic Journal of Botany*, 23: 269-274.
- Zarrei, M.; Zarre S.; Wilkin, P. & Rix, M. (2007). Systematic revision of the genus *Gagea* Salisb (Liliaceae) in Iran. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 154(4): 559-588.
- Zhao, L.Q. & Yang, J. (2006). *Gagea daqingshanensis* (Liliaceae), a new species from Inner Mongolia, China. *Annales Botanici Fennici*, 43: 223-224.
- Zhao, Y.Z. & Zhao, L.Q. (2003). A new species of *Gagea* (Liliaceae) from Nei Mongol, China. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 41(4): 393-394.
- Zhao, Y.Z. & Zhao, L.Q. (2003). *Gagea chinensis* (Liliaceae), a new species from Inner Mongolia, China. *Annales Botanici Fennici*, 41: 297-298.

APÉNDICE I

Distribución de los recuentos cromosómico conocidos para el género *Gagea* Salisb.

Especie	Anotaciones	2n	Sección	Origen	Autor/es
<i>G. alexeenkoana</i> Misch.		24	Platyspermum	Asia	Fedorov, 1974
<i>G. arvensis</i> (Pers.) Dumort.		48	Didymobulbos	Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
		48		Europa	Westergaard, 1936
<i>G. bohémica</i> (Zauschn.) Schult. et Schult. f.		24	Didymobulbos	Israel	Hey & Dafni, 1977
		36		Turquía	Özhatay 2002
		48		Italia	Peruzzi and Bartolucci 2006
		48		Italia	Peruzzi 2008
		60		Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
		72		Sicilia	Peruzzi 2008
		72		Sicilia	Peruzzi & Caparelli 2007
	var. <i>corsica</i>	36		Corcega	Contandriopoulos 1962
<i>G. bulbifera</i> Salisb.		36	Bulbiferae	Kazajastan	Zakirova & al., 1988
<i>G. busambarensis</i> Parl.	<i>Locus classicus</i>	48	Didymobulbos	Sicilia	Peruzzi & Caparelli 2007
<i>G. calantha</i> Levichev		24	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. calyptriifolia</i> Levichev		48	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. caroli-kochii</i> Grossh.		24	Platyspermum	Asia	Fedorov, 1974
<i>G. chaberti</i> A.Terrac.		36	Didymobulbos	Tunez	Peruzzi 2008
<i>G. chanae</i> Grossh.		48	-	Asia	Fedorov, 1974
<i>G. chlorantha</i> Roem. & Schult.		24	Didymobulbos	Asia	Fedorov, 1974
<i>G. chrysantha</i> Schult. et Schult. f.		36	Didymobulbos	Turquía	Özhatay 2002
		36		Italia	Peruzzi and Aquaro 2005
		36		Sicilia	Peruzzi and Aquaro 2005
	<i>Locus classicus</i>	36		Sicilia	Peruzzi 2008
<i>G. chomatovae</i> Pascher		18	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. davlianidzeae</i> Levichev		24	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. dschungarica</i> Regel		48	-	Slovaquia	Mešic'ek and Hrouda 1974
		60		Slovaquia	Mešic'ek and Hrouda 1974
<i>G. dubia</i> A.Terrac.		24	Didymobulbos	Italia	Peterson & al., 2009
		48		Italia	Peruzzi and Bartolucci 2006
		48		Sicilia	Peruzzi 2008
<i>G. durieui</i> Pascher		24	Didymobulbos	España	Rejón, 1978
		36		España	Rejón, 1978
	var. <i>vestita</i>	36		Italia	Corsi & al., 1996
<i>G. elegans</i> Wall.		72	Gagea	Slovaquia	Mešic'ek and Hrouda 1974
		96		Slovaquia	Mešic'ek and Hrouda 1974
		132		Slovaquia	Mešic'ek and Hrouda 1974
		48		Himalaya	Jee & al., 1989
		48		Himalaya	Jee & Kachroo, 1985
<i>G. foliosa</i> (J. et C.Presl) Schult. et Schult. f.		36	Didymobulbos	Sicilia	Peruzzi and Aquaro 2005
		36		Sicilia	Peruzzi 2008
<i>G. fragifera</i> (Vill.) Bayer & López		48	Fistulosae	Italia	Peterson & al., 2009
		60		Italia	Peterson & al., 2009
		84		Italia	Peruzzi and Aquaro 2005
		84		Sicilia	Peruzzi and Aquaro 2005
		80		Italia	Bianchi, 1946
<i>G. germaniae</i> Grossh.		48	-	Asia	Fedorov, 1974
<i>G. glacialis</i> K.Koch		48	Fistulosae	Transcaucasia	Pogosian, 1997
		48		Asia	Fedorov, 1974
<i>G. glaucescens</i> Levichev		24	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. graeca</i> (L.) A.Terrac.		16	Anthericoides	Grecia	Kapasa <i>et al.</i> 2001
		24		Grecia	Peruzzi 2008
<i>G. graminifolia</i> Vved.		24	Graminifoliae	Transcaspio	Komanov, 1936
<i>G. granatellii</i> (Parl.) Parl.		24	Didymobulbos	Italia	Peterson & al., 2009
		36		Sicilia	Peruzzi and Aquaro 2005
		36		Sicilia	Peruzzi 2008
		36		Italia	Peruzzi 2008
		48		Italia	Peruzzi and Bartolucci 2006
<i>G. granulosa</i> Turcz.		24	Minimae	Asia	Stepanov & Muratova, 1995
		72		Asia	Malakhova & Markova, 1994
		72		Asia	Malakhova, 1990
<i>G. helena</i> Grossh.		24	Gagea	Asia	Fedorov, 1974
<i>G. hervierii</i> Degen ex Hervier		48	Didymobulbos	España	Rejón, 1978
		48		España	Rejón, 1978

(continuación) Distribución de los recuentos cromosómico conocidos para el género *Gagea* Salisb

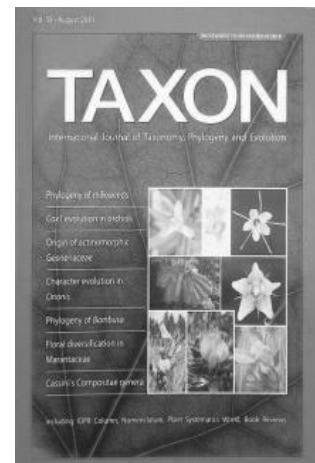
Especie	Anotaciones	2n	Sección	Origen	Autor/es
<i>G. joannis</i> Grossh.		24	-	Georgia	Davlianidze and Bokeria 2005
<i>G. kamelinii</i> Levichev		36	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. luberonensis</i> J.M.Tison		36	Didymobulbos	Italia	Peruzzi and Bartolucci 2006
<i>G. lutea</i> (L.) Ker.-Gawl.		12	Gagea	Italia	Peterson & al., 2009
		24		Italia	Peterson & al., 2009
		36		-	Leute, G. H. 1974
		48		Cárpatos	Krichphalushi, 1989
		48		India	Malik, 1961
		72		Austria	Greilhuber <i>et al.</i> 2000
		72		Italia	Peruzzi and Aquaro 2005
		72		Japón	Sakamura & Stow, 1926
		72		Japón	Matsuura & Sato, 1935
		72		Alemania	Tischler, 1934
		72		Alemania	Henker 2005
		72		Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
		72		Europa Himalayas	Westergaard, 1936
		72		Islas Británicas	Dempsey & al., 1994
		72		Suecia	Lövkvist & al., 1999
		128		Chequia	Kozieradzka-Kiszkurno & al., 2007
	subsp. <i>burnatii</i>	24		España	Lainz, 1976
	var. <i>glauca</i>	72		Alemania	Henker 2005
	var. <i>brentae</i>	72		Alemania	Henker 2005
	var. <i>orosiae</i>	72		España	Montserrat, 1981
<i>G. mauritanica</i> Durieu		36	Didymobulbos	Italia	Peruzzi and Aquaro 2005
				Italia	Peruzzi 2008
				Francia	Peruzzi 2008
<i>G. megapolitana</i> Henker		72	Gagea	Alemania	Henker 2005
		84		Alemania	Henker 2005
<i>G. micrantha</i> Pascher		24	-	Israel	Hey & Dafni, 1977
<i>G. minima</i> (L.) Ker.-Gawl.		24	Minimae	Italia	Peruzzi and Aquaro 2005
		24		Alemania	Henker 2005
		24		Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
		24		Europa, Asia	Westergaard, 1936
		24		Polonia	Pogan & al., 1980
		24		Finlandia	Arohonka, 1982
		32		Alemania	Tischler, 1934
<i>G. minutiflora</i> Regel		24	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. nakaiana</i> Kitag.		48	Gagea	Rusia	Rudyka, 1995
<i>G. nevadensis</i> Boiss.		24	Didymobulbos	Portugal	Loon, 1982
		36		Cerdeña	Martinoli 1950
<i>G. ova</i> Staf		48	Stipitatae	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. paczoskii</i> (Zapal.) Grossh.		48	Gagea	Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
<i>G. paniculata</i> Levichev		24	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. peduncularis</i> (J. et C.Presl.) Pascher		36	Didymobulbos	Italia	Peruzzi & Caparelli 2007
<i>G. polidorii</i> J.M.Tison		72	Fistulosae	Italia	Peruzzi and Aquaro 2005
<i>G. pomeranica</i> Ruthe		60	Gagea	Alemania	Henker 2005
		48		Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
		72		Alemania	Henker 2005
<i>G. popovii</i> Vvde.		24	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. praemixta</i>		24	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. pratensis</i> (Pers.) Dumort.		24	Gagea	Alemania	Peterson & al., 2009
		36		Turquía	Özhatay 2002
		36		Checoslovaquia	Májovsky & al., 1976
		36		-	Lovkvist & Hultgard, 1999
		48		Turquía	Özhatay 2002
		48		Italia	Peruzzi and Aquaro 2005
		48		Alemania	Henker 2005
		48		Italia	Peruzzi 2008
		48		Polonia	Pogan & al., 1980
		48		Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
		48		Suecia	Lovkvist & Hultgard, 1999
		48		Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
		60		Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
	<i>transversalis</i>	48		Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974

(continuación) Distribución de los recuentos cromosómico conocidos para el género <i>Gagea</i> Salisb					
Especie	Especie	Especie	Especie	Especie	Especie
<i>G. pusilla</i> (F.W.Schmidt) Sweet		24	Gagea	Italia	Peruzzi & al., 2007
		24		Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
		24		Asia	Kiehn & al., 1991
		24		Asia	Uhrikova & Majovsky, 1980
<i>G. reticulata</i> Schult. f.		12	Platyspermum	Japón	Koul & Wakhlu, 1985
		24		Caucaso	Magulaev, 1992
<i>G. rubicunda</i> Meisch.		48	-	Estonia	Peterson & al., 2009
<i>G. sicula</i> Lojac.		24	Didymobulbos	Sicilia	Peruzzi 2008
		36		Sicilia	Peruzzi 2008
<i>G. soleirolii</i> F.W.Schultz ex Mutel		36	Didymobulbos	Europa	Martinoli, 1950
<i>G. sulfurea</i> Misch.		72		Georgia	Davlianidze and Bokeria 2005
<i>G. sphatacea</i> (Hayne) Salisb.		106	Sphataceae	Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
		102		Europa	Westergaard, 1936
<i>G. subtilis</i> Vvde		24	-	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. taurica</i> Steven		25	-	Asia	Fedorov, 1974
<i>G. tenera</i> Pascher		36	Didymobulbos	Turkestan	Komarov, 1936
		36		Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. tenuifolia</i> (Boiss.) Fomin.		24		Asia	Fedorov, 1974
<i>G. terracionana</i> Pascher		24	Gagea	Mongolia	Peterson & al., 2009
<i>G. tisoniana</i> Peruzzi & al.		24	Gagea	Italia	Peruzzi & al., 2007
		24		Italia	Peruzzi 2008
<i>G. transversalis</i> Steven		24	Gagea	Ucrania	Peterson & al., 2009
<i>G. trinervia</i> (Viv.) Greuter		24	Anthericoides	Italia	Peruzzi 2008
<i>G. turkestanica</i> Pascher		24	Gagea	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. vegeta</i> Vved.		60	Graminifoliae	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
<i>G. villosa</i> (M.Bieb.) Sweet		18	Didymobulbos	Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
		24		Europa	Reynaud & al., 1993
		24		Asia	Davlianidze & Levichev, 1987
		36		Turquía	Özhatay 2002
		48		Turquía	Özhatay 2002
		48		Italia	Peruzzi and Aquaro 2005
		48		Alemania	Henker 2005
		48		Italia	Peruzzi 2008
		48		Checoslovaquia	Mesicek & Hrouda, 1974
		48		Israel	Hey & Dafni, 1977
		48		Asia	Uhrikova & Majovsky, 1978
	var. <i>hermosis</i>	48		Israel	Hey & Dafni, 1977
		60		Israel	Hey & Dafni, 1977
		72		Israel	Hey & Dafni, 1977
<i>G. villosula</i> Vved.		24	-	Asia	Fedorov, 1974

CAPÍTULO 6.4

Annotation in IOPB CHORMOSOME: *Gagea*

Taxon, 59(4): 3 (2010)



IAPT/IOPB chromosome data 9

Resumen

Se realizan nuevas anotaciones cariológicas en el género *Gagea* Salisb. El estudio aporta recuentos cromosómicos novedosos, a nivel de especie, siendo determinado por primera vez en *Gagea reverchonii* Degen, y *Gagea bobemica* subsp. *saxatilis* (Mert. & W.D.J.Koch) Asch. & Graebn, y otras aportaciones, novedosas para las poblaciones peninsulares en *Gagea fragifera* (Vill.) Ehr.Bayer & G.López y *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort.

Palabras clave: *Gagea* Salisb., cariología, recuentos cromosómicos.

Abstract

New cariological studies are made in genus *Gagea* Salisb. The study provides new chromosome data, at species level, determined for the first time in *Gagea reverchonii* Degen, and *Gagea bobemica* subsp. *saxatilis* (Mert. & W.D.J.Koch) Asch. & Graebn, and other contributions, new data for the iberian populations in *Gagea fragifera* (Vill.) Ehr.Bayer & G.López and *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort.

Key words: *Gagea* Salisb., cariology, chromosome counts.

Introduction

The karyological studies of the genus *Gagea* Salisb., are one of the most used diagnostic tools in recent years (Heyn. & Dafni, 1971; Montserrat, 1981; Peruzzi, 2003, 2008; Ferrer *et al.*, 2007).

The first data on the chromosomal number in the genus *Gagea*, come from generic works (Darlington, & Wylie, 1955; Fedorov, 1974; Ruiz, 1978; Montserrat, 1981; Moore, 1982) but later specific works arise, highlighting the importance of the karyotypic analysis within the genus *Gagea* Salisb. (Mešicek & Hronda, 1974; Moore, 1982). Since then more complete studies have realized in various countries such as Czechoslovakia (Mešicek & Hrouda, 1974), Turkey (Özhatay, 2002), or Italy (Peruzzi, 2003; 2008).

Sometimes, the kariological studies involve additional complexity, because among the reproductive phenomena of the genus, there are various types of polyploidy (Peterson & al., 2008; Peruzzi & al., 2008), endopolyploidy in other cases (*Gagea lutea* (L.) Ker.Gawl.), and the very probable hybrid origin of some species (v. Peterson & al., 2008).

The objective of this work is to expand the karyological data exposed in the Iberian taxa, providing novel data.

Methods and materials

Surveys and collections were carried out in Iberian populations, focused on the study of habitats and diversity of the genus *Gagea* Salisb.

In the kariological studies, they were studied in young ovules fixed and stained with 2% acetic carmine, through Leica DMRB confocal microscopy, and photographed in Motic camera (x100), estimating the level of ploidy. All the material vouchers are conserved in HSS herbarium (La Orden Research Center, Junta de Extremadura) and the anatomical samples pictures in the HSS-Anatomical collections (HSS-AC) sub numbers HSS-AC 022 - HSS-AC 033.

Results

Chromosome numbers counted and ploidy level are estimated:

LILIACEAE

Gagea fragifera (Vill.) Ehr.Bayer & G.López

** $2n = 72$, CHN. Spain, Granada, Sierra Nevada, 37°04'12" N, 3°23'19" W, 01-Jun-2009, M. Gutiérrez (C211) & F.M. Vázquez (HSS; HSS-AC 032).

Gagea pratensis (Pers.) Dumort.

** $2n = 48$, CHN. Spain, Teruel, Bronchales, 40°30'16" N, 1°35'12" W, 24-Feb-2009, M. Gutiérrez (C117) & F.M. Vázquez (HSS; HSS-AC 033).

Gagea reverchonii Degen

* $2n = 24$, CHN. Spain, Granada, Sierra Nevada, 37°04'12" N; 3°23'19" W, 01-Jun-2009, M. Gutiérrez (C210) & F.M. Vázquez (HSS-AC 023); Spain, Soria: Puerto de Oncala, 41°57'11" N; 2°19'43" W, 27-Mar-2009, M. Gutiérrez (C172) & F.M. Vázquez (HSS-AC 022).

* $n = 12$, CHN. Spain, Granada, Sierra Nevada, 37°04'12" N; 3°23'19" W, 01-Jun-2009, M. Gutiérrez (C210) & F.M. Vázquez (HSS-AC 025).

Gagea bohémica subsp. *saxatilis* (Mert. & W.D.J.Koch) Asch. & Graebn.

* $2n = 36$, CHN. Spain, Almería, Calar Alto, 09-Apr-2009, M. Gutiérrez (C190) & F.M. Vázquez (HSS-AC 035); Spain, Madrid, Navas de San Antonio, 40°45'17" N, 4°21'51" W, 29-Mar-2009, M. Gutiérrez (C165) & F.M. Vázquez (HSS-AC 027); Spain, Soria, Puerto de Oncala, 41°57'11" N, 2°19'43" W, 27-Mar-2009, M. Gutiérrez (C171) & F.M. Vázquez (HSS-AC 028).

* $n = 18$, CHN, Spain, Almería, Calar Alto, 9-Apr-2009, M. Gutiérrez (C190) & F.M. Vázquez (HSS-AC 034); Spain, Soria, Puerto de Oncala, 41°57'11" N, 2°19'43" W, 27-Mar-2009, M. Gutiérrez (C171) & F.M. Vázquez (HSS-AC 030).

* The chromosome numbers of the marked species have been counted for the first time.

** The chromosome numbers of the marked species have been counted for the first time in Iberian populations.

Acknowledgment

The work was supported by the Regional Dirección de Innovación y Competitividad Empresarial de la Vicepresidencia Segunda, Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura Project PRI-III nº PRI09A059. FEDER.

References

- Darlington, C.D. & Wylie, A. P. (1955). Chromosome atlas of Flowering Plants. George Allen & Unwin Ltd. London.
- Heyn CC, Dafni A. (1977). Studies in the genus *Gagea* (Liliaceae): 2. The non-platypermous species from the Galilee, the Golan Heights and Mt. Hermon. Israel. J. Bot. 26. (1): 11 - 22 (1977).
- Montserrat Martí, J. M. (1981). Números Cromosómicos De Plantas Occidentales, 77-83. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 38(1):249-252.
- Moore, D.M. (1982). Flora Europaea. Check-list and Chromosome index. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Fedorov, A., Fedorov, A. A., & Evgenévich Bobrov, A., (1999). Flora of Russia: The European Part and Bordering Region., 4: 320-326
- Ferrer Gallego, P. P. & Guara Requena M., (2007). Especies del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) presentes en el levante peninsular ibérico. *Lagascalia*, 27: 31-51.
- Mešiček J, & Hroudá L (1974). Chromosome numbers in Czechoslovak species of *Gagea* (Liliaceae). *Folia Geobot. Phytotax.* 9. (4): 359-368 (1974).

- Özhatay N. (2002). Diversity of bulbous monocots in Turkey with special reference to chromosome numbers. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4): 547-555.
- Peterson, A.; Levichev, I. & Peterson, J.M. (2008). Systematics of *Gagea* and *Lloydia* (Liliaceae) and infrageneric classification of *Gagea* based on molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46: 446-465.
- Peruzzi, L. (2003). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) sect. *Foliatae* A. Terracc. and synthesis of karyological data. *Caryologia*, 56(1): 115-128.
- Peruzzi, L., (2008). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae). III. New karyological data from the central Mediterranean area. *Cytologia*, 61(1): 92-106.
- Peruzzi, L., Peterson, A., Tison, J. M., Peterson, J. (2008). Phylogenetic relationships of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italy, inferred from molecular and morphological data matrices. *Plant Syst Evol*, 276: 219-234.
- Ruiz Rejón, M. (1978). Estudios Cariológicos En Especies Españolas_Del Orden Liliales. Iii. Familia Liliaceae. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 34 (2): 733-759.

Annexes: Figures and pictures

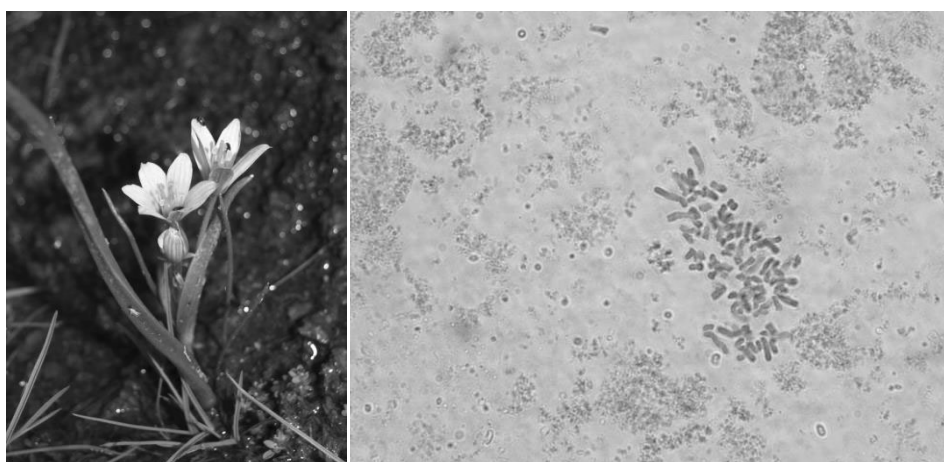


Fig. 6.4.1 *Gagea fragifera* (Vill.) Ehr.Bayer & G.López. Spain, Granada, Sierra Nevada, 01-Jun-2009, M. Gutiérrez (kariological photography in Leica DMRB confocal microscopy, x100; HSS-AC 032).

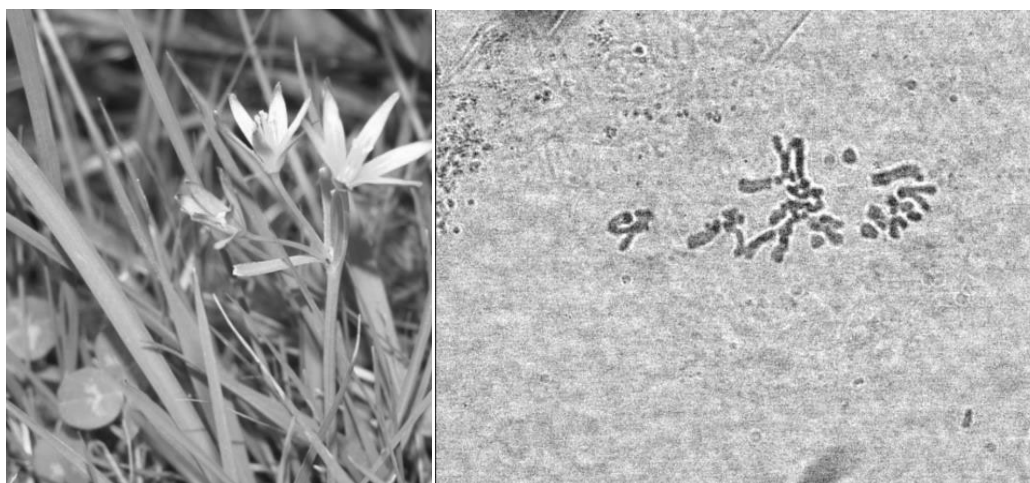


Fig. 6.4.2 *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort. Spain, Teruel, Bronchales, 24-Feb-2009, M. Gutiérrez (kariological photography in Leica DMRB confocal microscopy, x100; HSS; HSS-AC 033).

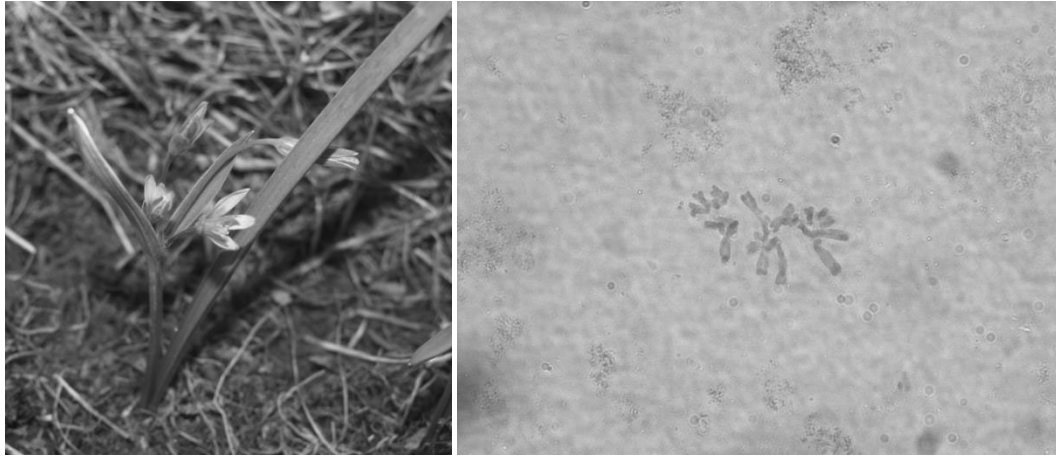


Fig. 6.4.3 *Gagea reverchonii* Degen. Spain, Soria: Puerto de Oncala, 27-Mar-2009, M. Gutiérrez (kariological photography in Leica DMRB confocal microscopy, x100; HSS; HSS-AC 022)

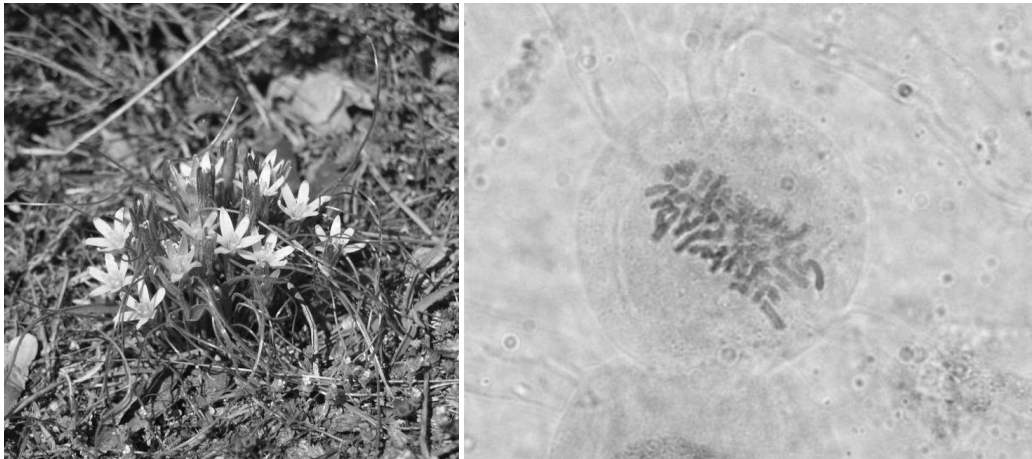


Fig. 6.4.4 *Gagea bobemica* subsp. *saxatilis* (Mert. & W.D.J.Koch) Asch. & Graebn. Spain, Almería, Calar Alto, 09-Apr-2009, M. Gutiérrez. (kariological photography in Leica DMRB confocal microscopy, x100; HSS-AC 032).

BLOQUE III: ANATOMÍA

CAPÍTULO 6.5

Nectaries diversity in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain
(Liliaceae), from Extremadura (Spain).

Folia Botanica Extremadurensis, 5: 95-99 (2011)



Nectaries of *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain (Liliaceae) from Extremadura (Spain)

Resumen

La importancia ecológica, reproductiva, evolutiva y taxonómica de los nectarios dentro de la familia Liliaceae es conocida. Se realiza un nuevo estudio sobre la presencia de nectarios florales en diferentes poblaciones de *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain, cuya existencia no era conocida con anterioridad en el género *Gagea* Salisb. Los resultados muestran la presencia de nectarios extrastaminales típicos, de tipo parénquima, y diferencias entre tépalos externos e internos, asociadas con la morfología celular y la posición del tamaño. Se confirma la presencia de nectarios, como atrayente para polinizadores, y la existencia de nectarios en *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain.

Palabras clave: *Gagea* Salisb., *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain, nectarios, polinización.

Abstract

The ecological, reproductive, evolutionary and taxonomic importance of nectaries are known inside Liliaceae family. A new floral nectaries study is realized in different populations of *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain, with existence of nectaries were not known previously. The results show a typical extrastaminal nectary, as well as the parenchyma type, and the external and internal tepals have differences associated with size cellular morphology and position. It confirmed the presence of nectaries, as attractant for pollinators, and the existence of nectaries in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain.

Key words: *Gagea* Salisb., *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain, nectarines, pollination.

Introduction

Nectaries, frequent structures of the entomophilous plants, are nectar glands at different flowers sites. They are the main attractive resources to insects and the pollination process. The nectaries can be extrafloral or floral, dependent of the position. They are frequently extrafloral nectaries, because many plants use the attractive nectar production for different processes, such as: fruit and seed dispersion, control diseases and the pollination support in external floral exudates (Bernardello, 2007; Leins, & Erbar, 2010).

We are interested in the study of the floral nectaries in monocot group, and specifically in the Liliaceae family, because the PhD degree of the starting author of this paper, is related with the systematic of the *Gagea* Salisb. genus from Extremadura (Spain). The species studied was *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain, an endemic taxon from Southern and Centre of Iberian Peninsula.

Although there are previous data about the presence of nectaries in *Gagea* Salisb., and other genus in the Liliaceae family, such as *Lilium* L., have nectaries on upper site of the tepals (Leins & Erbar, 2010), no previous works (research, surveys...) about the presence (or existence) of nectaries in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain, were found. This data leads to study deeply nectaries *G. elliptica*, as a starting point in the taxonomy revision of the genus from Extremadura (Spain).

Material and Methods

Previous to insert the results of the study, it is necessary to show the support references of nomenclature used in this contribution: Bernardello (2007) and Schmid (1988) (nectary types), Nepi (2007) (ultrastructure and anatomical characteristics), and Blüthgen & al. (2003) (methodology of observation and study).

The study is focused in taxa with wide distribution in Extremadura region: *Gagea*

elliptica (A.Terrac.) Prain (Appendix 1).

The plant material was collected, fixed by glutaraldehyde 2% and conserved in 70% ethanol. Samples were sequentially transferred into 100% ethanol and coated with gold-palladium to scanning electron microscopy (SEM: EVO, LS10 Carl Zeiss Electron Microscopy, BSD1, 300-1000x, 8kV). To prepare the anatomical sections, materials were embedded in historresin® (Leica Mycosystem) (Igersheim, 1993), and then observed in optical microscope Leica DMRB. The study was carried out in the Biodiversity Laboratory of La Orden Research Center (Badajoz).

Results and discussion

Results show a typical floral nectary insert between the base of the tepal and near to the stamen filament insertion, it's a perigonal or tepal nectar, classified as type extrastaminal nectary (Schmid, R. 1988) (see Lamina 1 and 2). Also the study of the ultrastructure revealed one nectary parenchyma type. The structures of nectaries observed are unicellular epidermis with pluricellular parenchyma, and different cellular morphology (see Lamina 1). The cells are round-quadrangular to ovate morphology, and have a high nectar production (Nepi, 2007). At the contact point with the nectary parenchyma we can observe one subnectary parenchyma with large cells, and null to low nectar production (Durkee, 1982, 1983) (Figure 1).

The existence of extrafloral nectaries has ecological, evolutionary and taxonomic importance in group's plants. Some authors show the taxonomic and evolutionary value of floral nectaries in classification of many angiosperm groups, and specifically, in monocots groups, where nectaries have importance in systematic and evolution (Blüthgen & Reifnath, 2003; Bernardello, 2007), where tepal nectaries are relatively rare. These are frequent in Liliales and adopt various forms in this order (Bernardello, 2007).

In other genus, in Liliaceae, the reproductive strategies and floral rewards, such as nectaries, are widely known (Zimmermann, 1932; Vaikos & Pai, 1982; Vaikos *et al.*, 1989; Khaniki & Persson, 1997) but previous data were not known about the existence of nectaries in the *Gagea* genus.

The distribution, size and morphology of the nectaries are related to the tepal position (internal *vs.* external), and populations origin (Fuentes de León *vs.* La Parra). We can observe the differences found in table 1 and figures (Fig. 2).

The external and internal tepals have differences associated to size cellular morphology and position. The external tepals have nectaries with long surfaces and short basal cells, whereas the internal tepals have nectaries with short surfaces and long basal cells. Also there is a distance between nectary and filament insertion point, which make them different in external versus internal tepals. In fact, they are more closer to insertion filament point in the nectaries of external tepals than in the internal tepals (see Table 1).

The most interesting finding in SEM image is the cell structure of nectaries. The cell structure morphology is quadrangular-ovate cells of different size depending of the tepal position (Table 1). In general, we can observe the cell structure of the nectary with small quadrangular cells in base to medium positions and oval cells in apex position. The size of these cells are different but no depending on the tepals position (external or internal).

Other difference observed in SEM were the size of nectaries in the population studied, been smaller in Fuentes León (1), probably related to the size of the tepals.

Population	Tepal	Size nectary (length) (μm)	Size nectary (width) (μm)	Basal cell length (μm)	Basal cell width (μm)	Apex cell length (μm)	Apex cell width (μm)
Fuentes León (1)	external	489,55 \pm 55,24	179,06 \pm 3,81	14,09 \pm 1,87	10,37 \pm 2,70	41,49 \pm 7,89	10,37 \pm 1,80
	internal	426,69	121,91	21,58 \pm 3,78	11,27 \pm 1,13	50,05 \pm 5,2	11,72 \pm 2,21
Fuentes León (2)	external	791,67 \pm 64,54	371,64 \pm 45,50	24,38 \pm 6,85	15,26 \pm 3,20	59,32 \pm 12,81	18,92 \pm 3,18
	internal	544,22 \pm 112,34	266,21 \pm 49,49	24,64 \pm 5,66	16,16 \pm 2,48	56,06 \pm 12,05	17,84 \pm 2,51
La Parra (3)	external	907,53 \pm 63,20	501,76 \pm 63,20	29,66 \pm 14,60	21,15 \pm 5,52	68,06 \pm 17,86	22,50 \pm 3,06
	internal	775,79 \pm 132,68	471,42 \pm 52,70	22,40 \pm 14,60	18,56 \pm 5,52	65,05 \pm 17,86	22,35 \pm 3,06
Total	external	777,59 \pm 163,49	385,17 \pm 128,20	26,31 \pm 11,67	17,56 \pm 5,53	61,68 \pm 16,52	19,79 \pm 4,37
	internal	634,08 \pm 175,29	341,38 \pm 133,05	23,30 \pm 5,32	16,76 \pm 3,62	59,79 \pm 15,52	19,48 \pm 4,24

Table 1. Size, position, and morphology of the nectaries types, in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain, from two Extremadura (Spain) populations (Fuentes de León and La Parra) (Size nectary in 300x, cell size in 500 x, n=80).

In this paper we confirmed the existence of nectaries in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain, and founded differences between structure and size of external or internal tepals, due to the existence of an evolutionary character inside monocots and lilioids, as the existence of perianth with tepals arranged in two whorls timer.

On the other hand, the structure and function of nectaries are related with pollination process, as an attractant for pollinators (Durkee, 1982, 1983; Bernardello, 2007; Leins & Erbar, 2010). Former studies about pollination in *Gagea* genus corroborate the presence of pollinators (Oureta, 1996) but there are not specific works on nectaries and rewards floral.

In conclusion, with this work we can confirm the existence of nectaries in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain, and their study will be an aim for future research about diversity and support of taxonomy studies related to *Gagea* genus.

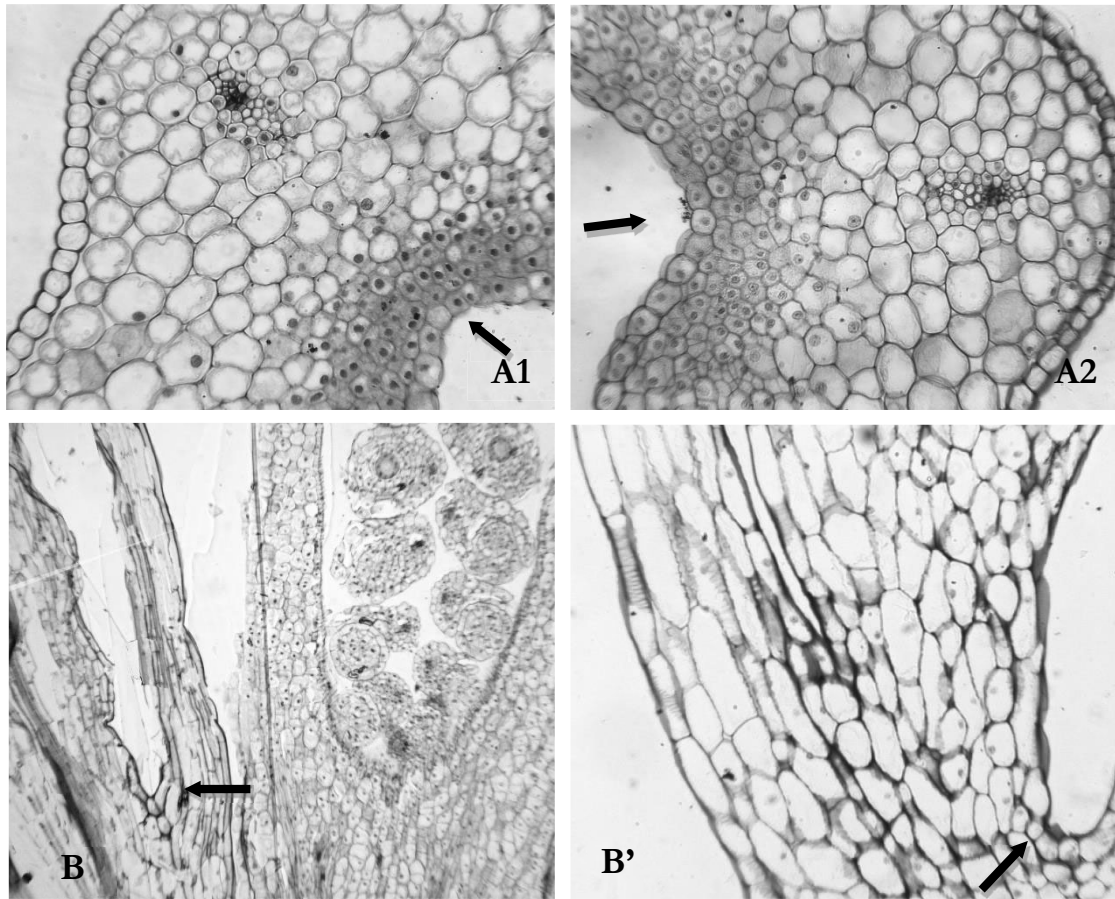


Fig. 1.- Images of nectaries sections in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain observed in transversal section (**A**, 20x) (1: external tepal, 2: internal tepal), or longitudinal section (**B** 5x/**B'** 20x).

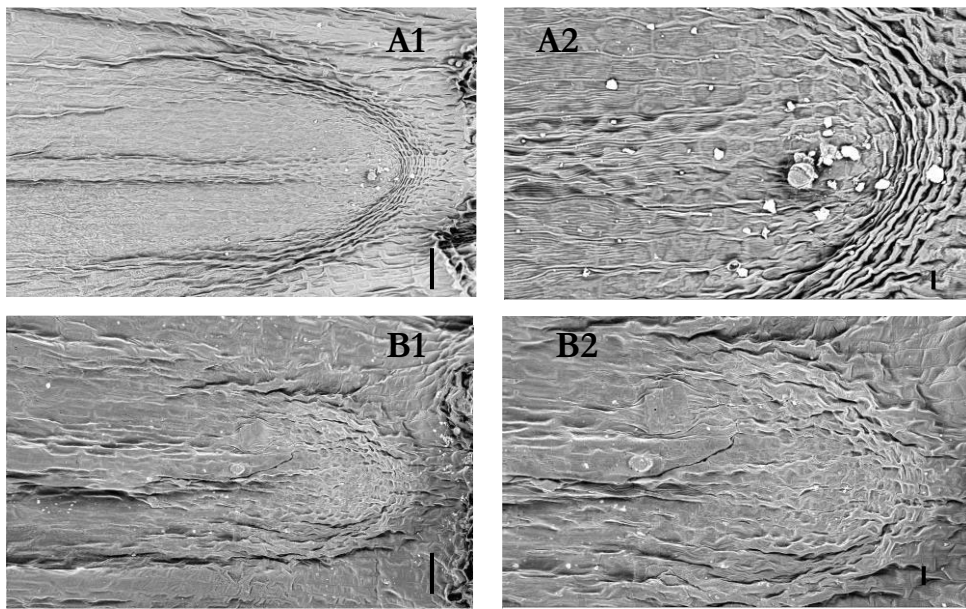


Fig. 2.- Images of nectaries diversity in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain in SEM (**A**: external tepal, **B**: internal tepal (From: Fuentes Leon population)). Bars indicant 1 position 100 μm; 2 position 10 μm.

Acknowledgments

We wish to express our warmest thanks to HABITAT group, and the study was supported to financial project Ref., PRI-III n° PRI09A059 of the PRI-III program, of the Vicepresidencia Segunda and Consejería de Economía, Comercio e Innovación of the Junta de Extremadura.

References

- Bernadello, G. (2007). A systematic survey of floral nectaries. In: S.W. Nicolson, M. Nepi & E. Pacini (Eds.), *Nectaries and Nectar*, 19–128. Springer.
- Blüthgen, N. & Reifensath, K. (2003). Extrafloral nectaries in an Australian rainforest: structure and distribution. *Australian Journal of Botany* 51: 515–527.
- Durkee, L.T. (1982). The floral and extra-floral nectaries of Passiflora. II. The extra-floral nectary. *American Journal of Botany*, 69, 1420–1428.
- Durkee, L.T. (1983). The ultrastructure of floral and extrafloral nectaries. In: B. Bentley & T. Elias (Eds.), *The biology of nectaries* (pp. 1–29). New York: Columbia University Press.
- Khaniki, G. B. & Persson, K. (1997). Nectary morphology in South West Asian Fritillaria (Liliaceae). *Nordic Journal of Botany*, 17: 579–611.
- Leins, P. & Erbar, C. (2010). *Flower and Fruit. Morphology, ontogeny, phylogeny, function and ecology*: 114–126. Schweizerbart Science Publishers.
- Nepi, M. (2007). Nectary structure and ultrastructure. In: S.W. Nicolson, M. Nepi, & E. Pacini (Eds.), *Nectaries and Nectar*, 129–166. Springer.
- Oureta, D. & Viejo, J.L. (1996). Contribución al conocimiento de la biología floral en *Gagea nevadensis* Boiss (Liliaceae): Antesis, visitas de insectos y oferta de néctar. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biología)* 92 (1-4): 231–237.
- Schmid, R. (1988). Reproductive versus extra-reproductive nectaries—historical perspective and terminological recommendations. *Botanical Review*, 54, 179–232.
- Vaikos, N.P. & Pai, R.M. (1982). The floral anatomy of Kniphofia uvaria Hook. (Liliaceae: Kniphofieae). *Proc. Indian Acad. Sci (Plant. Sci.)*, 91: 351–356
- Vaikos, N.P.; Markandeya, S.K. & Pai, R.M. (1989). Floral anatomy of the Liliaceae: Tribe Convallariae. *Proc. Indian Acad. Sci (Plant. Sci.)*, 99 (2): 91–95
- Zimmermann, J. G. (1932). Über die extraflorale Nectarien der Angiospermen. *Beihfte zum Botanisches Centralblatt*. 49: 99–196.

Appendix 1

Material studied

Gagea elliptica (A.Terrac.) Prain

HS: Badajoz (Ba): Fuentes de León, proximidades del castillo y cerro del Cuerno, 05-III-2009, Olivar sobre suelos calizos, A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS-A 020)

HS: Badajoz (Ba): Fuentes León, cerro del Cuervo, 795 msm, 12-II-2011, F.M. Vázquez.

HS: Badajoz (Ba): La Parra, 12-II-2011, 640 msm, F.M. Vázquez.

CAPÍTULO 6.6

Gagea extremadurensis sp. nov. (Liliaceae) nueva especie del
SW de la Península Ibérica

Folia Botanica Extremadurensis, 5: 45-61 (2011)



Gagea extremadurensis sp. nov. (Liliaceae) nueva especie del SW de la Península Ibérica

Resumen:

El estudio combinado de diferentes técnicas asociadas a la identificación de especies ha puesto de manifiesto la presencia de un nuevo taxon desconocido para la ciencia dentro del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae), con distribución en el SW de la Península Ibérica: *Gagea extremadurensis* M. Gutiérrez & F.M. Vázquez, caracterizado por la presencia de hojas radicales planas, largas, flexuosas, flores con tépalos lanceolados, agudos, subglabros y anteras alargadas de más de 2,5 mm, además de contar con granos de polen con superficie en la exina reticulada, una ploidía $2n=24$, y en el estudio histológico de las hojas radicales la presencia de 5 haces vasculares en una sección plana con un parénquima con disposición irregular provisto de células pequeñas de contorno circular. Además, se trata de una especie ligada a las sierras con materiales silíceos y en menor medida calcáreos, fuertemente soleadas y de exposición Norte. Por último se ofrece un estudio contrastado entre la nueva especie y los taxones con los que se relaciona en el extremo Sur de la Península Ibérica: *G. foliosa* Schultes f., *G. granatelli* (Parl.) Parl. y *G. lusitanica* A.Terrac.

Palabras clave: *Gagea*, taxonomía, diversidad, anatomía, morfología, cariólogía.

Summary

The combined study of different taxonomic techniques has revealed the presence of a new species from SW Iberian Peninsula: *Gagea extremadurensis* M. Gutiérrez & F.M. Vázquez. The new species is characterized for plain and flexuous radical leaves, lanceolated, acute and subglabrous tepals, and anthers more than 2,5 mm long. Also the pollen grains are reticulate, the chromosome number is $2n=24$ and the histological study has shown a radical leaves section with 5 ribs and irregular parenchyma with little and round cells. Furthermore, its habitats are the siliceous mountains, occasionally calcareous, in open sites with North exposition. Finally a contrast study between the new species and the related *Gagea* species from Southern Iberian: *G. foliosa* Schultes f., *G. granatelli* (Parl.) Parl., y *G. lusitanica* A.Terrac., is introduced.

Key words: *Gagea*, taxonomy, diversity, anatomy, morphology, cariology.

Introducción

El género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) es uno de los géneros de la familia Liliaceae con más interés en su estudio, por la complejidad taxonómica asociada a la plasticidad y variaciones morfológicas en sus representantes y ciclos reproductores. Su distribución abarca el continente Euroasiático y NW de África, contando con más 270 especies (Ferrer & Guara, 2007b; Peterson & al., 2008), siendo la mitad occidental del Mediterráneo un centro de especiación notable, donde se concentran más de 30 taxones endémicos y una riqueza específica de más de 40 especies (Maire, 1958; Richardson, 1980; Pignatti, 1982; Tison, 2004; Govaerts, 2009; Levichev & Jezniakowsky, 2008)

La dificultad en su estudio se debe, a características intrínsecas del género, como sus características morfológicas, que hacen que aparentemente todas las especies sean muy similares entre sí, o bien por la alta plasticidad morfológica, variable según las condiciones ecológicas, o por sus efímeras floraciones y la complejidad de sus ciclos biológicos (Tison, 1998; Levichev, 1999; Zarrei & Zarre, 2005a). Además, la dificultad de estudio se debe a que se encuentra constantemente EN PREPARACIÓN por la falta de estudios sobre el género en otras épocas, por la rareza de las poblaciones de estas especies en muchos lugares del Sur del Mediterráneo, o bien, por falta de buenas colecciones de material en herbarios, haciendo que el estudio de estas plantas se vea limitado. Sin embargo, en los últimos 15 años se suceden una serie de estudios que aportan mayor información sobre este género, estudios sobre taxones problemáticos como *G. nevadensis* Boiss., *G. lacaitae* A.Terrac, o *G. polymorpha* Boiss. (Bayer & López, 1988a, 1991; Ferrer & al., 2007a; Tison, 1998, 2009), estudios sobre tipificaciones que ayudan a clarificar las especies descritas (Burdet & al., 1982; Tison, 2001; Levichev & Tison, 2004; Peruzzi & Tison, 2004, 2005, 2006), el avance de nuevas tecnologías, que permite acceder más fácilmente a materiales tipo, o nuevos estudios que se apoyan en el estudio de caracteres anatómicos no utilizados

de manera tradicional (Edwan, 2008; Zarrei & al., 2010), palinológicos (Kosenko & Levichev, 1988; Kosenko, 1999; Zarrei & Zarre, 2005a), y estudios genéticos, que ayudan a comprender aspectos evolutivos y comportamientos reproductores en algunas especies del género (Peterson & al., 2004, 2008, 2009).

A pesar de esto, existen territorios en el Mediterráneo Occidental donde no se ha trabajado de forma sistemática, aunque existen trabajos antiguos de revisión para el género como los de Terracciano (1904a, 1904b, 1905a, 1905b, 1905c), Sampaio (1932), o Montserrat (1981), y algunos más recientes para problemas puntuales como los de: Bayer & Lopez (1988a, 1988b, 1991), Ferrer & al. (2007a, 2007b) o Tison (2002, 2004, 2009).

Para el SW de la Península Ibérica se conocen revisiones puntuales como las de Pastor (1987) para Andalucía Occidental, o Ruiz (1995) en Extremadura, además de otras más específicas como: Vázquez & al. (2004); Gutiérrez & Vázquez (2009a, 2009b), sobre distribución, citología y taxonomía de algunas especies del género.

Apoyándonos en las aportaciones puntuales, el escaso conocimiento de algunas secciones del género y la complejidad de este se propuso la revisión de todas las especies del género en el cuadrante SW de la Península Ibérica. Dentro de este objetivo general, se plantearon estudios específicos de algunos grupos del género *Gagea* Salisb., y de algunos territorios del SW Peninsular. El trabajo que se presenta es un estudio de los representantes del género *Gagea* Salisb., de la sección *Didymobolbus* (C.Koch) Boiss, con hojas radicales planas en Extremadura.

Material y método

Se han realizado prospecciones y recolecciones en toda Extremadura desde febrero (2007) a abril (2010), centradas en el estudio de los hábitats y la diversidad del género *Gagea* Salisb. Las muestras se conservan en el Herbario HSS del Centro de Investigación La Orden (Junta de Extremadura).

Posteriormente con las muestras conservadas en HSS, y el estudio de los materiales conservados en los herbarios BM, FI, G, K, LISU, MA, MPU, H-Pérez-Chiscano, SALA y SEV (Thiers, 2010), se ha completado el estudio de los materiales tipo y de la diversidad de las especies de interés para el estudio (ver material estudiado).

Para los estudios anatómicos los materiales fueron fijados con glutaraldehído 2%, teñidos con azul toluidina-rojo rutecio, y observados con cortes a manoalzada o incluidos en historresina® (Leica Mycosystem) (Igersheim, 1993), seccionados en micrótopo LEICA RM2155 y observados a través de micropocopio confocal LEICA DMRB. Para los estudios anatómicos se estudian al menos dos poblaciones de cada especie (ver material estudiado), seleccionando individuos en similar estado de maduración, individuos adultos y en floración, seleccionados dentro de las poblaciones de estudio, o bien, a través de material cultivado en iguales condiciones ambientales.

Los estudios polínicos se realizaron a través de acetólisis (Erdtman, 1960) y observados en microscopía óptica ZEISS DMRB a 20x, 40x, 100x, DMRB y fotografiados en cámara Motic (Centro Investigación La Orden). Las medidas de granos de polen se realizan en el eje proximal, a través del software Motic Images Plus 2.0.

En los estudios citológicos se estudiaron en óvulos jóvenes fijados y teñidos con carmín acético 2%, a través de microscopía confocal Leica DMRB y fotografiados en cámara Motic, estimando el nivel de ploidía. Las muestras se conservan en HSS-Colección Anatomía (HSS-AC).

Finalmente, los estudios palinológicos realizados están basados en estudios previos en el género (Levichev & Kosenko, 1988; Kosenko, 1999; Zarrei & Zarre, 2005a). Dentro de los estudios polínicos en microscopía electrónica diversos autores han marcado su importancia en el estudio del género *Gagea*, caracterizado por un polén monosulcado,

heteropolares, y oval-elípticos en visión polar, destacando las diferencias taxonómicas más importantes en la forma, tamaño, y ornamentación (Kosenko, 1999; Zarrei & Zarre, 2005).

El estudio se acompaña con tablas y láminas específicas para destacar los caracteres morfológicos y anatómicos más significativos, y mapa de distribución.

Resultados

Gagea extremadurensis M. Gutiérrez & F.M. Vázquez *sp. nov.*

Diagnosis. *Plantae subpubescentis cum lamina basal plana, longissima, flexuosa. Tepalis ovobatus vel lanceolatus. Specie proxima G. foliosa et G. granatelli a qua differt, lamina basal longissima et flexibilis not lamina basal media integer; tepalis glabrous vel sub-glabrous versus tepalis pubescentibus vel sub-pubescentibus in G. foliosa et G. granatelli.*

Holotipo: HS (Badajoz): Zarzacapilla, Sierra, 11-III-2008, 30SUH19, 700-800 msm, matorral del alcornocal y roquedos, J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez (HSS 36762 ejemplar central)

Descripción: Plantas de (4,5) 7-14 cm, de coloración verde a verde-amarillenta, de simple a racemosa, con triples inflorescencias. Tallos con pelos flexuosos desde la primera hoja caulinar hasta el pedúnculo floral. Conjunto bulboso formado por dos bulbos, bulbo principal globoso amarillento de 7-11 x 5-8 mm, bulbito de reemplazo de 3-6 x 2-3 mm, de superficie lisa a rugosa, siempre de tonalidades ocreas a marrón claro cuando joven. Túnica parduzca a marrón, no indurada. Raíces no induradas. Hojas radicales planas, acanaladas, flexuosas, muy largas, de hasta el doble de la planta, de (9)11-19 (24) cm x 1,2-2,5 mm. El escapo con 2 (3) hojas caulinares, linear-lanceoladas, la primera en plantas maduras supera largamente la inflorescencia, flexuosa, de 4-19 cm x 2-4 mm. La segunda hoja caulinar de (1,5) 2,5-8,5 cm x (1,5) 2-4 (5) mm, igualando o superando la inflorescencia, a veces flexuosa (estando presente normalmente la segunda o tercera inflorescencia). La tercera hoja caulinar de igual o menor tamaño a la inflorescencia de 3-6 cm x 2,5-4 mm. Hojas bracteales lanceoladas, de (0,5) 1,5-3 cm x c. 1 mm en plantas maduras (1-3 mm de anchura.) Inflorescencias simples a triples, sub-corimbiformes, de 1 a 8 flores. Pedúnculos de 2-3,5 (4,5) mm, con pelos laxos, dispersos, ausencia de penacho final. Tépalos glabros o glabrescentes, haz y envés amarillo intenso, ovados, ápice agudo, de 11-14 (17) mm x 2,5 – 4 mm. Androceo con filamento ancho en toda longitud, de 5-6 (7) mm., con anteras de más de 2,5 mm antes antesis, y de (1,6) 2-3 mm, tras la apertura de las tecas. Estilo de 4 a 5 mm. Estigma crestado con presencia de mamelas evidentes. Ocasionalmente puede observarse la presencia de bulbos asexuales subterráneos en la base de las hojas radicales, procedentes de multiplicación asexual. También aparecen puntualmente individuos que solo presentan multiplicación vegetativa, con presencia de hojas radicales y caulinares que albergan cuerpos reproductivos asexuales subterráneos. (Figura 2)

Anatomía: La sección transversal de hojas radicales en individuos adultos muestra hojas radicales planas, 1,2-2,5 mm ancho x 5-6 µm de grosor, con la superficie ligeramente canaliculada. La estructura foliar muestra la presencia de epidermis, parénquima en empalizada (con cloroplastos) más abundante en cara abaxial, médula que aloja 5 haces vasculares: 3 centrales verticales y 2 horizontales en los extremos (Apéndice 1). El estudio contrastado con especies vecinas nos permite discriminar al nuevo taxon de *G. lusitánica* A.Terracc., por la presencia de una sección plana en las dos hojas radicales mientras que el taxon lusitano presenta al menos una hoja basal de sección subtrigona. En el caso de *G. foliosa* Schultes f., y *G. granatelli* (Parl.) Parl., podemos diferenciar al nuevo taxon a nivel de

la sección de las hojas radicales por la presencia de un extremo ligeramente agudo, estrecho y pronunciado, frente al extremo corto, redondeado y ancho en el caso de *G. foliosa* Schultes f. y *G. granatelli* (Parl.) Parl.. Los estudios anatómicos en *Gagea* Salisb., tienen un elevado valor taxonómico, ya que es utilizado en numerosas ocasiones para aclarar taxones conflictivos, o bien, para la clasificación filogenética del género (Maire, 1958; Heyn & Dafni, 1977; Zarrei & al., 2010).

Palinología: Granos de polen simple 1-anasulado, heteropolar, elípticos y bilaterales en visión ecuatorial, plano convexo en visión polar, elípticos. E1= 54-70 μm ; E2= 30-40 μm . La exina en todos los casos dispone de un tectum perforado que varía en su perforación de 1,67 μm en *G. granatelli* a 2,66 μm , en *G. foliosa*, teniendo *G. extremadurensis* 2,18 μm . Además la escultura es pluricolumelar típica en todas las especies estudiadas (Tabla 4 (Apéndice 2)).

Cariología: $2n=24$

Ecología: Canchales y sierras graníticas o cuarcíticas de 300-800 msm, sobre suelos estables, bien conservados en exposición Norte. Ocasionalmente en serranías calcáreas de materiales muy duros con escasos aportes de bases a los suelos.

Distribución: Las poblaciones conocidas para este nuevo taxón se encuentran en sierras de altitud media, entre 300-800 msm, en las estribaciones de la depresión de la cuenca del Guadiana (Fig.1).

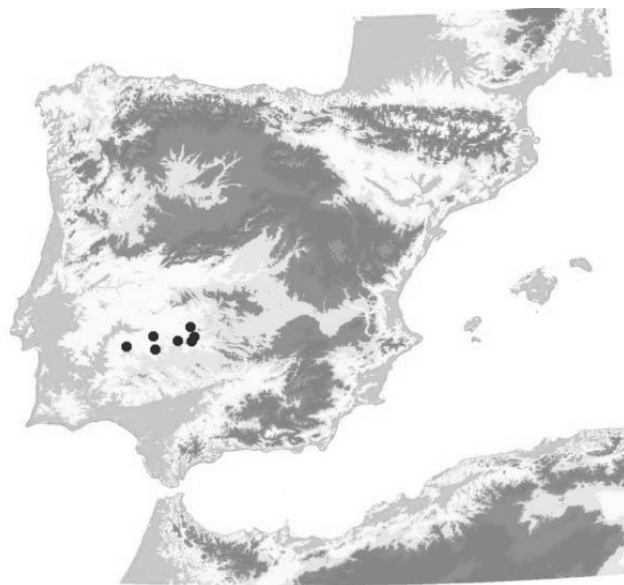


Figura 1. Mapa de distribución de *Gagea extremadurensis* M. Gutiérrez & F.M. Vázquez en la Península Ibérica.

Relación con taxones próximos

El nuevo taxon descrito tiene una distribución reducida dentro del SW de la Península Ibérica, por lo que creemos que ha pasado desapercibido. Las poblaciones localizadas se encuentran en todos los casos en zonas aisladas de difícil acceso, habitualmente en grietas de rocas y conviviendo en zonas próximas con otras especies del género. Esta última circunstancia ha motivado la posibilidad de considerar algunos individuos como potenciales híbridos, especialmente atendiendo a la morfología de la estructura floral, de las hojas y la presencia de caracteres florales intermedios con otras

especies como *G. lusitanica* A.Terracc. o *Gagea granatelli* (Parl.) Parl., en la mayoría de los casos.

Además de la presencia de ejemplares con difícil adscripción por la presencia de caracteres intermedios, se han detectado plantas inmaduras, que disponían de pocos caracteres en los que apoyarse para determinar una identificación correcta. Las dimensiones de las flores, la estructura floral sub-corimbosa, y el tamaño de las hojas radicales, no se configura hasta no alcanzar la madurez (4-5 años). Se trata de un taxon raro y escaso que habitualmente pasa desapercibido, porque se dispone de pocos ejemplares en herbarios y mal recolectados, pero especialmente se hace compleja su identificación en los ejemplares jóvenes, que pueden llegar a ser confundidos con *G. lusitanica* A.Terracc., y en menor medida con *G. granatelli* (Parl.) Parl.

Los estudios en materiales de herbarios, en ocasiones, y apoyándonos sólo en las características morfológicas pueden aproximar este nuevo taxón a otros, que suponemos cercanos filogenéticamente, como *G. elliptica* (A.Terracc.) G.Prain, de las que puede segregarse por ser plantas completamente glabras, *G. lusitanica* A. Terracc., de la que es posible segregar por su estructura foliar, pelosidad y sección de hojas radicales (Terracciano, 1904a; Tison 2009), de *G. granatelli* (Parl.) Parl., de la que es posible segregar por la estructura foliar y reproductora, la ausencia de pelosidad en el envés de los tépalos o la morfología de las hojas caulinares (Tison, 1998; Parlato, 1839), o *G. foliosa* Schult. f., con la que podría haberse confundido tradicionalmente, de la que puede segregarse por el tamaño de hojas radicales, morfología de hojas caulinares y tépalos (Pascher, 1904), o con especies recientemente descritas, como *G. subtrigona* A.Tison (Tison, 2009), de la que es posible segregar por la sección de hojas radicales, estructura foliar, y sistema de reproducción. Con todo, las características propias de *G. extremadurensis*, permite separarla claramente de cualquiera de las especies previamente señaladas (Tabla 1).

Caracteres	<i>G. extremadurensis</i>	<i>G. foliosa</i>	<i>G. lusitanica</i>	<i>G. granatelli</i>
Long. Planta (cm)	(4,5) 7-14	(4) 6 - 14	4-11	(4,5) 5 – 13 (21)
Tamaño HR (long cm x ancho mm)	(9)11-19 (21) cm x 1,2-2,5 mm	3,5-6 cm x 1,5-4,5 mm	(5,5) 10-30 cm x (0,8) 1,2-2,1 (2,5) mm	6-20 (22) x (1,2) 2-4 (5) mm
Hojas radicales	Planas, levemente acanaladas	Planas, acanaladas	Triquetas a subtriquetas	Planas, no acanaladas
Bulbito de reproducción (mm)	3-6 x 2-3	3,5-6 x 1,5-4,5	2,5-5 x 2-4	3,5-4,5 x 3,5-4,2
Nº HC Posición	2-3 Alternas Escapo evidente	(1)2 Alternas Escapo evidente	2-3 Alternas Escapo presente o ausente	2-3(4) Alternas o subopuestas Escapo presente o ausente
Tamaño 1ª HC (long cm)	4-19	(2,5) 3 – 7	(3) 4-13 (17)	4-12
Pelosidad envés tépalos	-	+	+	+
Tamaño Tépalos (long. x ancho, mm)	11-14 (17) x 2,5 – 4	9-14,5 (19) x 2-3,1 (3,6)	(9,5) 12-14 x 2-3	(9)10-15 (16) x (2) 2,5 – 3,5 (4)
Estilo (mm)	4-5	2 -3	(3,7) 4-5,5	3,5-4,5
Cariología (2n)	24	36	24	24

Tabla 1. Caracteres morfológicos para la segregación de *Gagea extremadurensis* de taxones próximos. (HR: hojas radicales, HC: hojas caulinares).

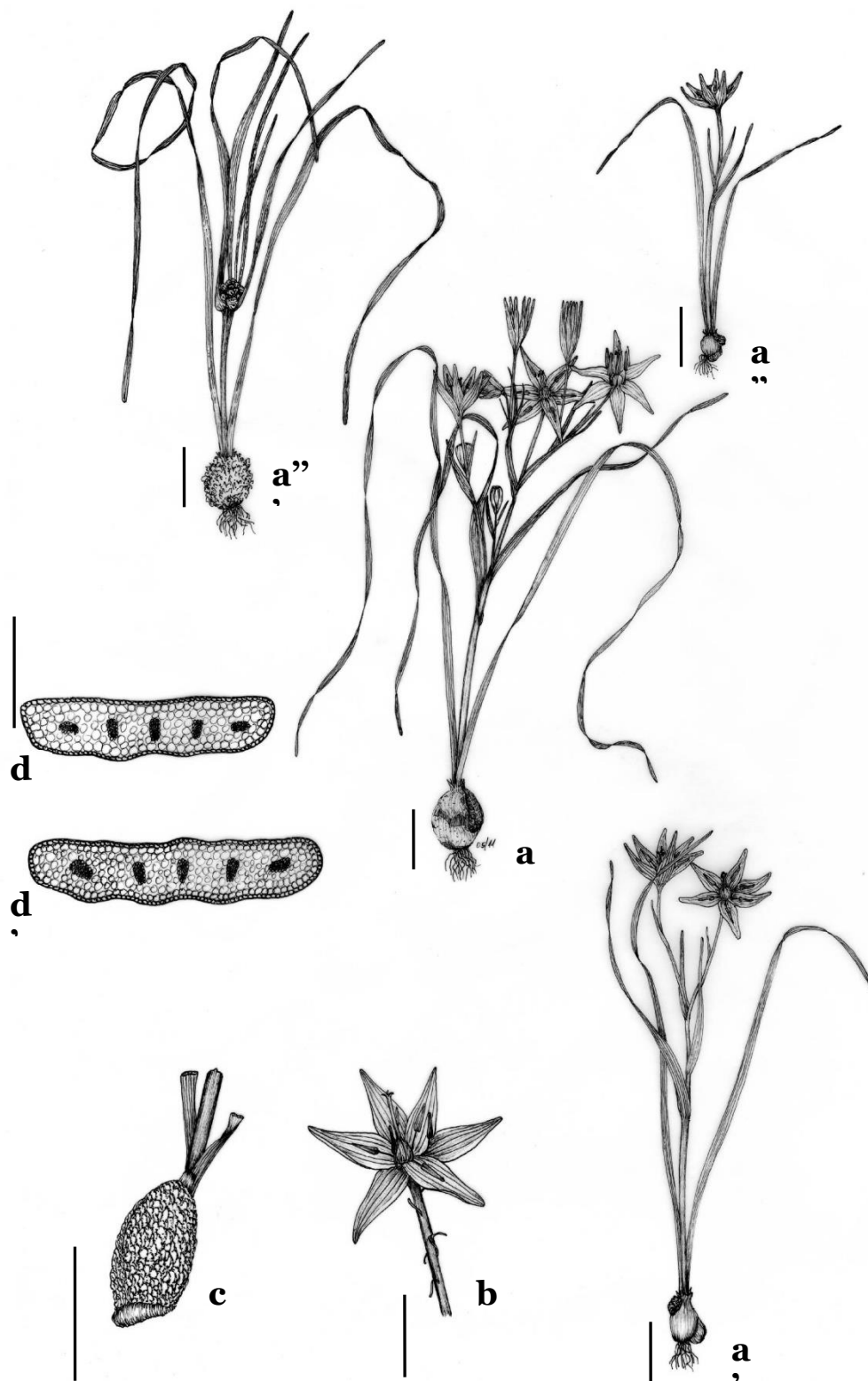


Figura 2. Iconografía de *Gagea extremadurensis* M.Gutiérrez & F.M.Vázquez. **a**: planta madura de más de 2 años; **a'**: planta madura de hasta 2 años; **a''**: planta inmadura de hasta 1 año; **a'''**: planta madura sólo con reproducción asexual; **b**: flor; **c**: bulbillo; **d**: secciones de hojas radicales: 1ª hoja radical (**d'**), 2ª hoja radical (**d**). Las barras indican 1 cm, salvo en **c**, que indica 0,3 cm. (HSS 36762 y HSS 44257 (a')).

Por otro lado el estudio anatómico de hojas radicales nos revela en primer lugar, la importancia de los estudios anatómicos en la taxonomía del género, este hecho ya ha sido señalado por algunos autores (Grossheim, 1935; Heyn & Dafni, 1977; Zarrei & Zarre, 2005b; Zarrei & al., 2010), ya que las características anatómicas de hojas radicales están ligadas al desarrollo ontogénico de la especie, dependiendo del estado de madurez de los individuos (Levichev, 1999). Sin embargo, la comparación realizada en varias poblaciones de *G. extremadurensis*, junto con otras especies próximas, nos muestra la importancia de incluir la anatomía de todas las hojas radicales presentes, especialmente en la sect. *Didymobulbos* (C.Koch) Boiss, ya que como hemos comprobado, pueden ser variables en morfología, estructura anatómica, posición y número de haces vasculares.

El estudio revela evidencias significativas en las secciones transversales de ambas hojas radicales de especies tradicionalmente incluidas en la Península Ibérica, siendo estudiadas por primera vez para el territorio peninsular y norteafricano (Apéndice 1).

Los estudios anatómicos realizados en las hojas radicales nos muestran que todas las especies estudiadas se caracterizan en general porque presentan un sección plana a triquetra, más o menos acanalada, con presencia de epidermis, parénquima, médula y la presencia de cinco haces vasculares en al menos una de las hojas radicales. Sin embargo la morfología de las secciones transversales realizadas en las hojas radicales son variables dentro de las especies estudiadas, tanto en la homología entre hojas radicales, como en caracteres como forma, tamaño, estructura anatómica, y el número y disposición de haces vasculares (Tabla 2).

Carácter anatómico	Especie	HR1	HR2
Forma	<i>G. foliosa</i>	plana, muy acanalada	plana, muy acanalada
	<i>G. granatelli</i>	levemente acanalada	plana
	<i>G. lusitanica</i>	levemente triquetra	triquetra
	<i>G. extremadurensis</i>	plana, acanalada	plana, acanalada
Presencia de parénquima esponjoso	<i>G. foliosa</i>	-	-
	<i>G. granatelli</i>	-	-
	<i>G. lusitanica</i>	+	-
	<i>G. extremadurensis</i>	-	-
Presencia de médula	<i>G. foliosa</i>	-	-
	<i>G. granatelli</i>	+	+
	<i>G. lusitanica</i>	-	+
	<i>G. extremadurensis</i>	+	+
Número de haces vasculares	<i>G. foliosa</i>	5	5
	<i>G. granatelli</i>	5	5
	<i>G. lusitanica</i>	5-6	5
	<i>G. extremadurensis</i>	5	5
Posición de nervios medios	<i>G. foliosa</i>	vertical	vertical
	<i>G. granatelli</i>	horizontales	vertical (invertido)
	<i>G. lusitanica</i>	vertical/invertido	inclinado
	<i>G. extremadurensis</i>	inclinado	vertical
Extremo sección	<i>G. foliosa</i>	Redondeado-Ensanchado	Redondeado-Ensanchado
	<i>G. granatelli</i>	Redondeado-Ensanchado	Redondeado-Ensanchado
	<i>G. lusitanica</i>	Agudo-Estrechado	Agudo-Estrechado
	<i>G. extremadurensis</i>	Agudo-Estrechado	Agudo-Estrechado

Tabla 2. Distribución de los caracteres anatómicos en cada una de las especies estudiadas del género *Gagea* Salisb., con separación para la 1ª hoja radical (HR1) y la 2ª hoja radical (HR2). (Apéndice 1)

Las diferencias más evidentes se encuentran en la homología entre las hojas radicales, destacando las diferencias en la morfología de *G. lusitanica* y *G. granatelli*, con diferencias evidentes entre ambas hojas radicales (Apéndice 1).

También son destacable las diferencias observadas en la forma de las secciones transversales en todas las especies estudiadas, sin embargo, llamativamente este carácter tan evidente pasa desapercibido en materiales de herbario, donde no es posible estudiar estos caracteres, y quizás por ello se hayan provocado tantos errores en la identificación de estos materiales, aunque quizás sea posible utilizar el grosor de las hojas radicales en estos materiales.

Anatómicamente la nueva especie podría segregarse fácilmente de *G. lusitanica* por la forma, ancho y grosor de hojas radicales, sin embargo, para segregar el nuevo taxón de *G. foliosa* o *G. granatelli* se necesita información adicional como grosor, profundidad de canaliculación o posición de haces vasculares.

Los estudios citológicos realizados aportan datos novedosos, tanto en *G. extremadurensis* (2n=24), como en *G. lusitanica* (2n=24), mientras que datos sobre *G. foliosa* (2n=36) coinciden con otros aportados por (Peruzzi & Aquaro 2005; Peruzzi 2008), y por último, los recuentos cromosómicos en *G. granatelli* son variables según diversos autores 2n=24 para Italia (Peterson & al., 2009), 2n=36 y 48 (Tison, 1998; Peruzzi & Aquaro, 2005; Peruzzi & Bartolucci, 2006; Peruzzi, 2008), mientras que nuestros recuentos corresponden a 2n=24 para las poblaciones localizadas en Extremadura.

Finalmente, en relación a los estudios palinológicos realizados están basados en estudios previos en el género (Levichev & Kosenko, 1988; Kosenko, 1999; Zarrei & Zarre, 2005a). El estudio de granos polínicos muestra diferencias significativas a través de la observación en microscopía óptica o electrónica (Kosenko, 1999).

Dentro de los taxones estudiados, los estudios en LM marcan diferencias significativas en la forma y tamaño de los granos polínicos (Tabla 3), confirmado posteriormente en SEM, donde encontramos diferencias significativas en la forma y ornamentación de la exina, con una perforación variable en tamaño y forma (Apéndice 2). En todos los casos, se trata de incorporaciones novedosas, ya que no se tiene información previa sobre estos taxones en la bibliografía específica consultada (Levichev & Kosenko, 1988; Kosenko, 1999; Zarrei & Zarre, 2005a).

Destacan las diferencias encontradas en *G. lusitanica*, que posee un grano de polen sub-elíptico, mientras que el resto de especies presenta granos de polen elípticos, con diferencias en la apertura, destacando en *G. granatelli* y *G. foliosa* la presencia colpos largos y muy agudos hacia los extremos, mientras que en *G. extremadurensis* los colpos son redondeados a levemente agudos.

Especie	E1 (µm)	E2 (µm)
<i>G. granatelli</i>	61,6±3,7	29,3±5,7
<i>G. foliosa</i>	51,3±4,9	27,5±4,3
<i>G. lusitanica</i>	113,3±1,1	100,0±8,2
<i>G. extremadurensis</i> (1)	57,5±5,9	30,0±0,5
<i>G. extremadurensis</i> (2)	58,7±5,9	34,4±4,9

Tabla.3. Medidas de granos de polen en visión polar de distintas especies ((E1(largo) x E2(ancho) (µm)) de poblaciones confirmadas a través de microscopía óptica: (*G. granatelli*: P035 Hs, Ba: Bienvenida; *G. foliosa*: Marruecos; *G. lusitanica*: C264, POR: BB: Castelo Branco; *G. extremadurensis*: (1)C270 Hs, Ba: Hornachos; (2)C75 Hs, Ba: Zarzacapilla). n=50 en todos los casos.

El estudio en SEM, en visión proximal de la exina muestra una microreticulación simplecolumelada, de distinto tamaño y grosor, observando un tamaño del retículo máximo para cada uno de los taxones (Tabla 4).

Perforación tectum	<i>G. foliosa</i>	<i>G. granatelli</i>	<i>G. lusitanica</i>	<i>G. extremadurensis</i>
Tamaño máximo (µm)	3	1,9	2,5	2,5
Promedio (µm)	2,66±0,24	1,67±0,14	2,09±0,30	2,18±0,27

Tabla 4. Distribución del tamaño máximo del retículo en la exina del grano de polen, para las especies de *Gagea* Salisb., relacionadas con *G. extremadurensis* (media±desviación estándar; n=20).

Apoyándonos en todos los caracteres estudiados se propone la siguiente clave dicotómica para diferenciar a las especies próximas a *G. extremadurensis*:

Clave para diferenciar a las especies implicadas en este estudio presentes en Extremadura

- 1.- Plantas glabras..... ***G. elliptica***
- 1.- Plantas con pelosidad evidente **2.**
- 2.-Hojas radicales triquetras o subtriquetas, 1 o 2 hojas caulinares próximas al conjunto bulboso ***G. lusitanica***
- 2.- Hojas radicales planas, levemente acanaladas, 2 o más hojas caulinares **3.**
- 3.- Pedúnculos florales densamente pubescente, tépalos de envés peloso. Hojas radicales planas, adpresas o paralelas al suelo. Hojas caulinares numerosas, 3-4(-6) ***G. granatelli***
- 3.-Pedúnculo y tépalos glabros o con pelosidad dispersa. Hojas radicales planas, acanaladas revolutas, erguidas. Hojas caulinares de 2-3 ***G. extremadurensis***

Apéndice1: Sección transversal de hojas radicales

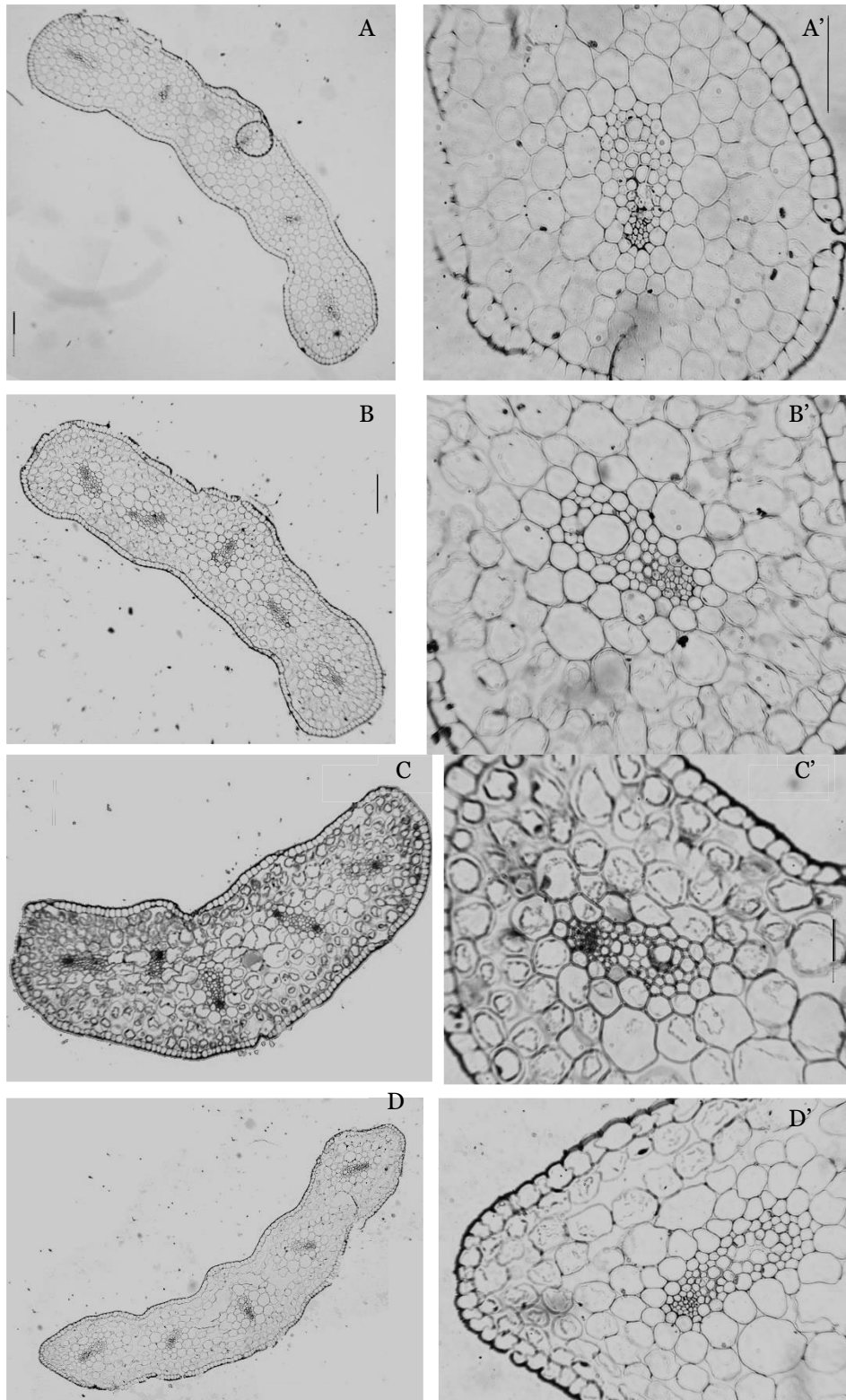


Lámina A. Sección transversal de hojas radicales primarias (5x, escala 200 μm) y detalle de haces vasculares laterales (20x, escala 100 μm). **A, A':** *G. foliosa* (HSS-A251 MA: Ketama), **B, B':** *G. granatelli* (HSS-A40 HS, Ba :Bienvenida), **C, C':** *G. lusitanica* ((HSS-A213, PT, BB: Castelo Branco), **D, D':** *G. extremadurensis* ((HSS-A38, HS, Ba: Sierra Zarzacapilla). Las barras indican 0,1 mm.

Apéndice1 (Cont.): Sección transversal de hojas radicales

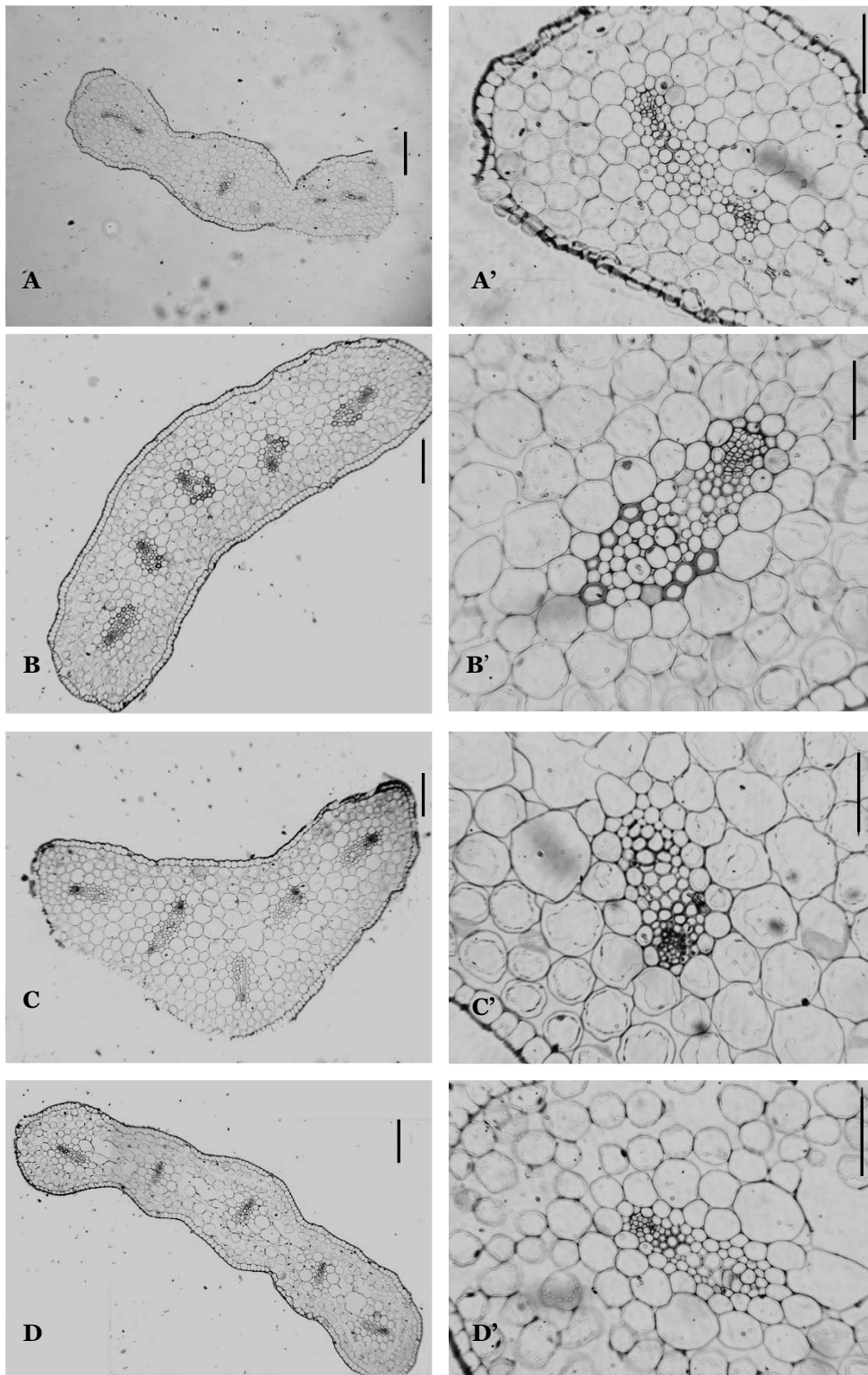


Lámina B. Sección transversal de hojas radicales secundarias (5x, escala 200 μm) y detalle de haces vasculares laterales (20x, escala 100 μm). **A, A'**: *G. foliosa* (HSS-A251 MA: Ketama), **B, B'**: *G. granatelli* (HSS-A40 HS, Ba: Bienvenida), **C, C'**: *G. lusitanica* (HSS-A213, PT, BB: Castelo Branco), **D, D'**: *G. extremadurensis* (HSS-A38, HS, Ba: Sierra Zarcapilla). Las barras indican 0,1 mm.

Apéndice 2: Granos polínicos en microscopía electrónica

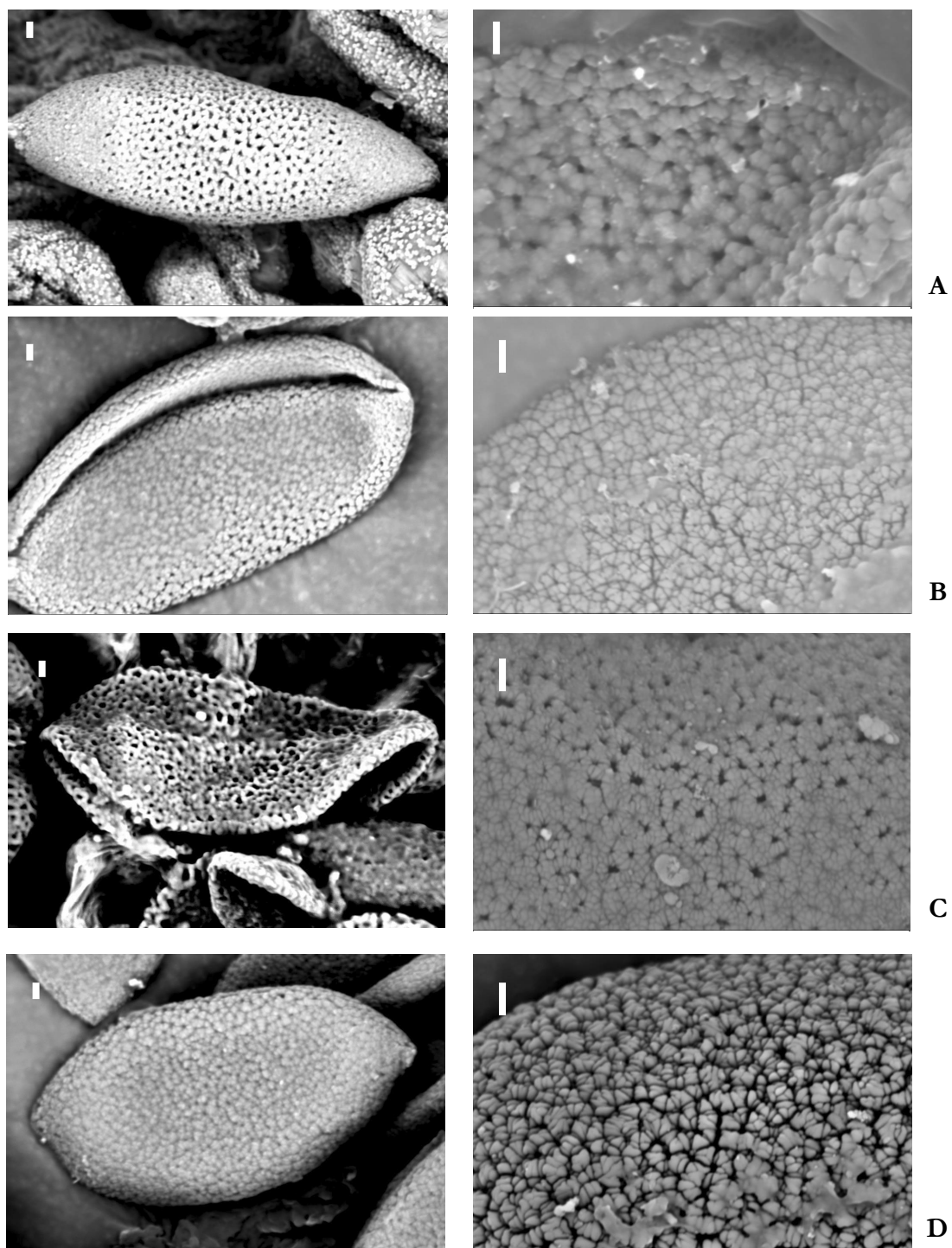


Lámina C: Granos de polen y detalle superficie de la exina en taxones relacionados con *G. extremadurensis* en microscopía electrónica (5500x-12000x) **A:** *G. foliosa* (SALA 92927, ARG: Dijurdjura), **B:** *G. granatelli* (HSS-P035 HS: Ba: Bienvenida), **C:** *G. lusitanica* (HSS-C264, PT, BB: Castelo Branco), **D:** *G. extremadurensis* (HSS-P020, Hs: Ba:Nogales). Las barras indican 1 μ m.

Apéndice 3: Imágenes



Lámina. D: Imágenes de varias poblaciones extremeñas de *G. extremadurensis*. **a:** Hs, Ba: Sierra de Zarzacapilla, **b:** Hs, Ba: Oliva de Mérida, Sierra de Utrera

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración y ayuda de todo el Grupo de Investigación HABITAT. Agradecemos la colaboración y ayuda de los conservadores de los herbarios: BM, FI, G, HSS, K, LISU, MA, MPU, PCH, SALA y SEV.

Material estudiado:

Gagea foliosa Schult. f.

ARG: Exsiccata Iter Maroccanum n° 117. Hab. In pratis montis Yebel Lerz dictis (Atlante rhiphaneo), 2150 m. alt.; 12-VI-1927, Dr. Font Quer (sub. *Gagea foliosa* var. *intermedia* A. Terrac.) (MA 2053). Dijurdjura, 05-V-1989, A. Dubuis (SALA 92927)

ITA: SICILIA: Flora nebrodensis: In saxosis calcareis supra Castellbuono, 7-1000m., 6-IV-1874, P. Grabiell Strobly (K)(BM); Planta Siculae: in pascuis elatioribus Nebrodum, ad nives Colma Grade (17-1800 m.s.m.), 14-VI-1855, E. et A. Huet du Pavillon (sub *Gagea nivalis* Nobis.) (COI 50767) (K) (BM) (FI); Todaro Flora Sicula Exsiccata n° 740: in montosis aparcis nemorum-Tortici. Majo. Todaro (K) (BM) (G-BUR, Rev A. Terracciano 1094) (FI); In herboris montosis Ficuzae ad Busambra prope Panormeum, IV-1886, Bonafede, (Plantae siculae-Herbarium R. Hort. Bot. Palorminati) (LISU 16112); In elatioribus montibus Busambra, 12-IV-1898, A. Terracciano (Plantae siculae- Herbarium R. Hort. Bot. Palorminati)(FI); Ficuzza, Parlatores dedit., 8-IV-1841. (sub *Ornithogalum villosum*)(Rev. C. Heyn 1970) (K)

MAR: Iter Maroccanum I. 10-16 Mayo 2010 (HSS-MAF). A 20 Km de Ketama, dirección a Chefchaouen, 14-V-2010, leg. R. Ferreira, R. Gavilán, C. Pintos, D. Sánchez, F. M. Vázquez & B. Vilches, 24° 57' 32 "N/4° 38' 55" W, 1665 msm, zonas montanas con *Pinus* sp y *Betula* sp.

Gagea extremadurensis M.Gutiérrez & F.M.Vázquez

HS: BADAJOZ: Castuera, proximidades, 16-III-2010, 30STH78, roquedos pizarrosos M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 44130); Hornachos, camino del Lobo, 16-III-2010, 29SQC57, pizarras y cuarcitas, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 44257); Nogales, proximidades de Montsalud, 27-II-2009, 29SPC96, roquedos calizos, A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 40532/40533); Puebla de Alcocer, Sierra, 11-III-2008, 30SUJ01, 600- 690 m.s.m., olivar J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez (HSS 36704); Oliva de Mérida, Sierra La Garza, 01-III-2007, 29SQC49, 387- 620ms.m, matorral seriado de bosque mixto en umbría, J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 29233); Sierra de Puebla de Alcocer, 21-I-1977, leg. J.L. Pérez Chiscano (sub. *Gagea soleirolii* Schultz, herb. PCH 2014/ 2224). Zarzacapilla, Sierra, 11-III-2008, 30SUH19, 700-800 msm, matorral del alcornocal y roquedos, J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez (HSS 36762 Holotipo).

Gagea granatelli (Parl.) Parl.

ARG: El Eulma, Bir-El-Aroche, 25-III-1986, cunetas, 1000 msm., leg. A.A. & J.G.R. (rev. *Gagea granatelli* (Parl.) Parl., Det. J. M. Tison, 05/07/2001) (SEV 24388); Exsiccata Iter Boreali-Africanum n° 279. Constatina: in petrosis her. Summi montis Mansourab, 18 Feb 1869, Leg. E.G. Paris. (BM).

ITA: SICILIA: In herbosis nemorum ad Ficuzza prope Panormum, IV-1889, Leg. Resina, dedit. A. Terracciano (Herb. R. Hort. Bot. Panormitani (FI); CALABRIA: Sila, Rose (Cosenza), 1 Km ad Est vicino alla S.S. 276 (UTM 33 XD 12.61), ca 650 m.s.l. loc. Giancorella, 16-III-2002, D. Puntillo (FI). MARCHE: pascoli aridi e garighe in località "la Valle" sopra Gelagna Bassa, 10-IV-1981, suolo calcáreo, 740 m, S Babelli. (Herbarium S. Ballelli) (FI); PUGLIE: Nei colsi det, Paseo del Conde a Bui de Puglia, 16 -III- 1896, A. Palanza (FI).

HS: BADAJOZ: Bienvenida, 29SQC44, 16-III-2009, Márgenes de cultivos, sobre pizarras, suelos calizos, M. Gutiérrez & F.M. Vázquez (HSS 40682). Feria, alrededores, 29SQC16, 8-III-2008, M. Esteban, F. & M. Gutiérrez (HSS 36532). Llerena, Sierra de San Miguel, 29SQC63, 24-II-2007, P. J. Fdez, J. Ledo & G. Macías (HSS 28930); Nogales, proximidades de Montsalud, 29SPC96, 27-2-2009, roquedos calizos, A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 40525); Retamal de Llerena, cruce de BA-118 y Ctra EX103 hacia Higuera de la Serena-Campillo de Llerena, 30STUH57, leg. M. Gutiérrez & F.M. Vázquez, pizarras (HSS 44278). CÁCERES: Valencia de Alcántara, 29SPD57, 5-III-2008, Suelos pizarrosos en dientes de perro, D. García, M. Gutiérrez & F.Márquez (HSS 36322); MADRID: In collibus siccis Aranjuez (Madrid), 19-III-1933, C. Vicioso (MA 20512); LA RIOJA: Exsiccata Plantes d' Espagne n° 1302. Castilla: Pentas ensoleillées à Cellorigo, II et III, 1910 et 1911, Hno Elias (sub. *Gagea foliosa* R. et S.) (BM 18124).

Gagea elliptica (A. Terrac.) P.Prain

HS: BADAJOZ: Fuentes de León, proximidades del Castillo y cerro del Cuerno, 05-III-2009, A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, 29SQC21, Olivar sobre suelos calizos (HSS 40574). Nogales, proximidades de Montsalud, 27-II-2009, 29SPC96, A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, roquedos calizos (HSS 40528).

Gagea lusitanica A. Terrac.

POR: BEIRA BAIXA: Herbarium Lusitanicum, Castello Branco, Monte Brito, Junho de 1881, A. R. da Cunha (sub *G. polymorpha* Boiss) (rev. mans. A. Terracciano: *Gagea lusitanica* A. Terrac, sp. n.) (lectotype, LISU!); Herbarium Lusitanicum n° 1145. Castello Branco Juin 1885, leg. J. Daveau (sub *Gagea polymorpha* Boiss) (G) (MPU011388) (LISU); Castelo Branco, 12-III-2010, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, afloramientos pizarrosos con suelos calcáreos (HSS 44065); ALTO ALENTEJO: Castelo de Vide, Escusa, 7-III-1855, fornos de cal, pH 8, M. Beliz, Det. M. Beliz (sub. *Gagea foliosa* subsp. *lusitanica* Terrac.) (Plantae Lusitanae ex Herbario Stationsis ad Melioramentum Plantarum)(Ex Herb. De Malato Beliz) (MA 285171); Serra de Ossa: entre Bencatel e Redondo: em matos cortados recentemente junto aos afloramentos de xistos exp. SE., 26-II-1957, Leg. Malato Beliz et Ponce-Dentistro, Det. Malato Beliz (sub. *Gagea foliosa* subsp. *lusitanica* Terrac.) (Plantae Lusitanae ex Herbario Stationsis ad Melioramentum Plantarum)(Ex Herb. De Malato Beliz) (MA 285172). HS: BADAJOZ: Olivenza, Sierra de Alor, 29SPC67, 01-III-2010, olivares sobre suelos calizos (parada1), M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 43826/43827); Carbajo, ruta Fuente de San Juan, 29SPD58, III-2010, cuarcitas acompañadas de suelos ligeramente básicos, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 44079).

Material estudiado en estudios cariológicos (C), anatómicos (A) y polínicos (C/P)

Gagea foliosa Schult. f.

MAR: *Iter Marocannum* I. 10-16 Mayo 2010 (HSS-MAF). A 20 Km de Ketama, dirección a Chefchaouen, 14-V-2010, 24° 57' 32 "N/4° 38' 55" W, 1665 msm, zonas montanas con *Pinus* sp y *Betula* sp. R. Ferreira, R. Gavilán, C. Pintos, D. Sánchez, F. M. Vázquez & B. Vilches, (HSS-A 251).

Gagea extremadurensis M.Gutiérrez & F.M.Vázquez

HS: BADAJOZ: Castuera, proximidades, 16-III-2010, 30STH78, roquedos pizarrosos M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, (HSS 44130); Hornachos, camino del Lobo, 16-III-2010, 29SQC57, pizarras y cuarcitas, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS-C270). Nogales, proximidades de Montsalud, 27-II-2009, 29SPC96, roquedos calizos, A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, (HSS -A 12). Zarzacapilla, Sierra, 11-III-2008, 30SUH19, matorral del alcornoque y roquedos, 700-800 msm, J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez, (HSS A-38/C75)

Gagea granatelli (Parl.) Parl.

HS: BADAJOZ: Bienvenida, 16-3-2009, Márgenes de cultivos, sobre pizarras, suelos calizos, 29SQC44, M. Gutiérrez & F.M. Vázquez (HSS-A40/P035). Retamal de Llerena, cruce de BA-118 y Ctra EX103 hacia Higuera de la Serena-Campillo de Llerena, 16-III-2010, 30STUH57, M. Gutiérrez & F.M. Vázquez, (HSS-A223).

Gagea lusitanica A. Terrac.

PORT: BB: Castelo Branco, 12-III-2010, afloramientos pizarrosos con suelos calcáreos. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS A213/C264)

Bibliografía

- Bayer, E. & López, G. (1988a). Sobre la presencia de *Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire –un supuesto endemismo del Atlas en la Península Ibérica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 45(1): 181-187.
- Bayer, E. & López, G. (1988b). El género *Gagea* Salisb. en la flora española ochenta y dos años después de la monografía de Terracciano. *Monogr. Inst. Piren. Ecol. Jaca* 4: 121-126.
- Bayer, E. & López, G. (1991). The plants called “*Gagea nevadensis*” in the Iberian Peninsula. *Bot. Chron.* 10: 845-852.
- Burdet, H.M.; Charpin, A. & Jacquemond, F.(1982). Types nomenclaturaux des taxa ibériques décrits par Boissier ou Reuter, II. Iridacées à Potamogetonacées. *Candollea* 37: 381-395.
- Edwan, Z.A. (2008). On the taxonomy of *Gagea* and *Calochortus* (Liliaceae): Evidences from macromorphological aspects and cuticular features of leaf. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(1): 1-15.
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method. *Svensk. Bot. Tidskr.* 54(4):561-564
- Ferrer, P.P.; Laguna, E.; Alba, S. & Tison, J.M. 2007a. Sobre la presencia de *Gagea lacaitae* A. Terracc. (Liliaceae) en la flora valenciana. *Acta Bot. Malacitana* 32. 67-78.
- Ferrer, P.P. & Guara, M. (2007b). Especies del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) presentes en el levante Peninsular Ibérico. *Lagascalia*, 27: 31-51.
- Govaerts, R.; Dransfield, J.; Zona, S.F.; Hodel, D.R. & Henderson, A. (2009). *World Checklist of Liliaceae*. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet;

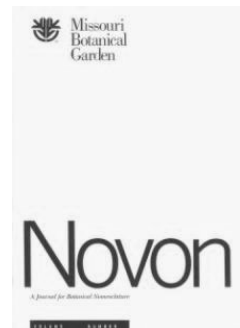
- <http://www.kew.org/wcsp/> accessed 17 July 2009.
- Gutiérrez, M. & Vázquez, F.M. (2009). Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 033. *Gagea cossoniana* Pascher. *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 86-87.
- Gutiérrez, M. & Vázquez, F.M. (2009). Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 035. *Gagea granatelli* (Parl.) Parl. *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 93-94.
- Heyn, Ch.A. & Dafni, A. (1971). Studies in the genus *Gagea* (Liliaceae) I: the Platyspermous species in Israel and neighboring areas. *Israel Journal of Botany* (20): 214-233.
- Kosenko, V.N. (1999). Contributions to the pollen morphology and taxonomy of the Liliaceae. *Grana* 38: 20-30.
- Kosenko, V.N. & Levichev, I.G. (1988). Morfologiya pyl'tsy rodov *Gagea* i *Lloydia* (Liliaceae). (Pollen morphology in the genera *Gagea* and *Lloydia* (Liliaceae).). *Bot. Zhurn* 73. (7): 965-976 (1988) - illus.
- Levichev, I. G. & Tison, J.M. (2004). Étude nomenclaturale de *Gagea reticulata* (Pall.) Schult. & Schult. f. (Liliaceae), de ses variétés β *tenuifolia* Boiss. et α *fibrosa* Boiss., et de *Gagea* Boiss. & Spruner. *Candollea* 59: 309-324.
- Levichev, I.G. & Jezniakowsky, S.A. (2008). *Historia Gagearum* Website. <http://www.binran.ru/infsys/gagea/taxa/tax-202-eng.html>. (Consulta, 05-05-2010)
- Levichev, I.G. (1999). Zur Morphologie in der Gattung *Gagea* Salisb. (Liliaceae). I. Die unterirdischen Organe. *Flora* 194 (4): 379-392.
- Maire, D.R. (1958). *Gagea* Salisb. In Maire, D.R.; Guinochet, M. & Quêzel, P. *Flore de l'Afrique du Nord. (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sabara)*, (V) Monocotyledonae: Liliales: Liliaceae: 107- 127 Éditions Paul Lechevalier, Paris.
- Montserrat, P. (1981). *Gagea* del herbario Jaca y otras novedades florísticas. *Anales Jard. Bot. Madrid* 37(2): 619-627.
- Parlatore, P. (1839). Nova Ornithogali species ex naturali liliacearum familia, *Diario l'Occhio* 2: 85.
- Pascher, A. (1904). Übersicht über die Arten der Gattung *Gagea*. Sitzungsber. Deutsch. Naturwiss.-Med. Vereins Böhmen «Lotos» *Prag ser. 2*, 24: 109-131.
- Pastor, J. (1987). *Gagea* Salisb. In: B. Valdés, S. Talavera & E. Fernández-Galiano (Eds.). *Flora de Andalucía Occidental* 3: 433-435.
- Peruzzi, L. (2003). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) sect. *Foliatae* A. Terracc. and synthesis of karyological data. *Caryologia* 56(1): 115-128.
- Peruzzi, L. & Aquaro, G. (2005). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae). II. Further karyological studies on Italian populations. *Candollea* 60(1): 237-253.
- Peruzzi, L. & Tison, J.M. (2004b). Typification and taxonomic status of eleven taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) described by Achille and Nicola Terracciano and conserved at Napoli (NAP). *Candollea* 59. (2): 325-345.
- Peruzzi, L., & Tison, J.M. (2005). Typification and taxonomic status of six taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) described from Sicily and conserved at Palermo (PAL). *Candollea* 60: 289- 298.
- Peruzzi, L. & Tison, J.M. (2006). Typification of the names and taxonomic status of six taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) conserved at Firenze (FI). *Candollea* 61 (2): 293-303.
- Peterson, A.; John, H.; Koch, E. & Peterson, J. (2004). A molecular phylogeny of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Germany inferred from non-coding chloroplast and nuclear DNA sequences. *Plant Syst. Evol.* 245: 145-162.
- Peterson, A.; Harpke, D.; Peruzzi, L.; Levichev, I.; Tison, J.M. & Peterson, J. (2009). Hybridization drives speciation in *Gagea* (Liliaceae). *Plant. Syst. Evol.* 278: 1336-148.
- Peterson, A.; Levichev, I. & Peterson, J.M. (2008). Systematics of *Gagea* and *Lloydia* (Liliaceae) and infrageneric classification of *Gagea* based on molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46: 446-465
- Pignatti, S. (1982). *Flora d'Italia*, III. Edagricole, Bologna.
- Richardson, I.B.K. (1980). *Gagea* Salisb. In: TUTIN, T.G & al. (eds.) *Flora Europaea* 5: 26-28. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ruiz, T. (1995). *Liliaceae*. En: Devesa, J.A. *Flora y Vegetación de Extremadura*: 628 p.
- Sampaio, G. (1932). Adições e correções a la Flora Portuguesa *Bol. Soc. Brot. Ser. 2* 7: 122.
- Terracciano, A. (1904a). *Gagearum novarum diagnoses*. *Boll. Soc. Orticola di Palermo* 2(3): 3-10.
- Terracciano, A. (1904b). *Per la priorità delle mie Gagearum novarum diagnoses*. *Boll. Soc. Orticola di Palermo* 2(4): 1-7.
- Terracciano, A. (1905a). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della fl ora spagnola. *Bol. Soc. Aragon. Ci. Nat.* 4 (6, 7, 8): 188-253.
- Terracciano, A. (1905b). Le *Gagea* della flora portoghese. *Bol. Soc. Brot.* 20: 200-206.
- Terracciano, A. (1905c). Les espèces du genre *Gagea* dans la flore de l'Afrique boréale. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 52, Mém. 2: 1-26.
- Thiers, B. (2010). [continuously updated]. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium*. <http://sweetgum.nybg.org/ih/> (Consulta 26-11-2010)
- Tison, J.M. (1998). *Gagea granatelli* (Parl.) Parl. en France. *Monde Pl.* 462 : 1-6.
- Tison, J.M. (2001). Typification de *Gagea cossoniana* Pascher, de *Gagea fragifera* (Vill.) Ehr. Bayer et G.

- Lopez et de *Gagea maroccana* (A. Terracc.) Sennen et Mauricio. *Candollea* 56(1): 197-202.
- Tison, J.M. (2002). *Gagea* Salisb. In Valdes, B., M. Rejdali, A. Achhal El Kadmiri, J. L. Jury & J. M. Monserrat (eds.), Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, incluant des clés d'identification. Checklist of vascular plants of N Morocco with identification keys 2: 855-856. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid.
- Tison, J.M. (2004). Contribution a la connaissance du genre *Gagea* Salisb. (Liliaceae) en Afrique du Nord. *Lagascalia* 24: 67-87.
- Tison, J.M. (2009). An update of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in the Iberian Peninsula. *Lagascalia* 29: 7 - 22
- Vázquez, F.M.; Ramos, S.; Lucas, A.B.; García, D. & Blanco, J. (2004). 138. Aportaciones a la Flora de Extremadura (España). In Fragmentos Taxonómicos, Corológicos, Nomenclaturales Y Fitocenológicos (135-145). *Acta Botánica Malacitana* 29: 255- 295.
- Zarrei, M. & Zarre, S. (2005a). Pollen morphology of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Iran. *Flora*, 200: 96–108.
- Zarrei, M. & Zarre, S. (2005b). A new species of *Gagea* (Liliaceae) from Iran. *Nord. J. of Bot.*, 23:269-274.
- Zarrei, M.; Wilkin, P.; Ingrouille, M.J.; Zarre, S. & Chase, M.W. (2010). The systematic importance of anatomical data in *Gagea* (Liliaceae) from the Flora Iranica area. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 164:155-177.

CAPÍTULO 6.7

New *Gagea* species from SW Iberian Peninsula

Novon (ENVIADO)



New *Gagea* species from SW Iberian Peninsula

Summary:

A new species of the genus *Gagea* Salisb., section *Didymobulbos* (Koch) Boiss. (LILIACEAE) is described from SW Iberian Peninsula: *Gagea pseudofoliola* M.Gutiérrez & F.M.Vázquez *sp. nov.* The new taxon has been frequently confused with other related species of the *Didymobulbos* section: *Gagea foliosa* Schult. f., *Gagea granatelli* (Parl.) Parl., and *Gagea lusitanica* A. Terrac., which have been morphological, anatomical, karyological and ecological contrasted. Finally, there are showed an illustration, keys and a karyological discussion on the new species that makes easier its segregation of the group.

Key words: Liliaceae, *Gagea*, Taxonomy, Iberian Peninsula, Anatomy, *Didymobulbos*.

Resumen:

Se describe un nuevo taxon para el suroeste de la Península Ibérica dentro del género *Gagea* Salisb., sección *Didymobulbos* (Koch) Boiss. (LILIACEAE): *Gagea pseudofoliola* M.Gutiérrez & F.M.Vázquez *sp. nov.* La nueva especie ha sido frecuentemente confundida con otras especies de la Secc. *Didymobulbos* como *Gagea foliosa* Schult. f., *Gagea granatelli* (Parl.) Parl., o *Gagea lusitanica* A. Terrac., con las que se contrasta a nivel morfológico, anatómico, cariológico y ecológico. Por último se presentan ilustraciones, claves y una discusión cariológica de la nueva especie que facilite su segregación del grupo.

Key words: *Gagea*, Iberian Peninsula, *Didymobulbos*, Liliaceae

Introduction

Genus *Gagea* Salisb., with c. 250 species is widely distributed on Eurasia and NW Africa (GBIF, 2010; Govaerts *et al.*, 2003), also have more than 500 infraspecific indexed taxa (Levichev, 1999; Govaerts *et al.*, 2003; Peterson *et al.*, 2008).

In early years the knowledge of *Gagea* Salisb. genus has been expanded, increasing the number of known taxa, with new species as *Gagea chinensis* Zhao & Zhao, 2004, *Gagea daqingshanensis* (Zhao & Yang 2006) or *Gagea sivasica* Hamzaoglu (Hamzaoglu, *et al.*, 2008) at the Asian regions, or *Gagea tisoniana* (Peruzzi *et al.*, 2007), and *Gagea subtrigona* A. Tison (Tison, 2009) at the Mediterranean Basin.

Around fourteen species are known in the Iberian Peninsula region, and taxonomic, diversity and complexity studies focusing of the genus have seen an increase in the last 15 years. Recent studies facilitated the expansion on the knowledge of some taxa which were only known from N Africa, now present in the Iberian Peninsula as *G. wilczekii* Bl. Br & Maire (López & al., 1998), the recovery of forgotten taxa such as *G. lacaitae* A. Terrac. (Ferrer & al., 2007), or description new species as *G. subtrigona* J.M. Tison (Tison, 2009).

In this work is studied of the diversity of the *Gagea* Salisb. genus from SW of the Iberian Peninsula, where it has been proposed as an aim the taxa richness and taxonomic studies for this genus in that territory.

For obtain the objective proposal it's been executed a detailed work, including field sampling, and morphometric, anatomical and karyological studies. Collected materials are preserved in the herbarium HSS, and also have been studied external materials for BM, COI, FI, G K, MPU, MA, SEV, VAL herbaria (Thiers, 2010).

Chromosome analysis: Squash preparations were obtained from young ovules of plants collected in situ: Carnoy fixing for at least 1 hour; staining with acetic carmine 2% by two days; crushing in acetic solution 45%. Plates were observed in Leica DMRB microscopy and photograph in Motic Camera. Karyotype formulas and terminology are according to Levan *et al.* (1964). At least plates were used in order to establish the chromosome numbers, and measured by informatics program Motic Images Plus 2.0ML. Intrachromosomal (A1) and interchromosomal (A2) asymmetry indexes, were calculate according Romero Zarco (1986).

Anatomical sections was realized in fresh material or fixed material by glutaraldehyde 2% and embedded in historresin® (Leica Mycosystem) (Igersheim, 1993), and observed in optical microscope Leica DMRB microscopy.

Field and cabinet studies have provided enough information for separating a new taxon at the species level, near to *G. foliosa* Schult. f., *G. granatelli* (Parl.) Parl. and *G. lusitanica* A.Terrac. species, with which it's been frequently confused.

Finally, we show description, tables, keys and illustrations of this new specie, to provide the contrast with related taxa and their segregation within the related species in section *Didymobulbos* (Koch) Boiss, in which it is integrated.

The new species is *Gagea pseudofoliosa* M. Gutiérrez & F.M.Vázquez sp. nov., by its continued confusion in the past with the preceding taxon: *G. foliosa* Schult. f.

Description:

Gagea pseudofoliosa* M.Gutiérrez & F.M.Vázquez, *sp. nov.

TYPE:

SPAIN. **Badajoz:** Cabeza la Vaca, camino de los "Bonales", 1-4-2008, 29SQC31, F. Márquez & F. M. Vázquez (HSS 37543).

Paratypes: SPAIN. **Huelva:** Arroyomolinos de León, Cerro Gordo, 9-3-2009, 29SQC21, 900--1000m.s.m., D. García & F. Márquez (HSS 40621). **Badajoz:** Cabeza la Vaca, camino de los Bonales, 1-4-2008, 29SQC31, F. Márquez & F. M. Vázquez (HSS 37537); Ctra. Cabeza la Vaca a Tentudía. Ctra., KM 10 (Parada 2), 05/04/2010, 29SQC31, Leg. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez* (HSS 44545/44546); Fuentes de León, proximidades del Cerro del Castillo, 31/03/2009, Leg. D. García, M.J. Guerra, M. Gutiérrez & J.L. López (HSS 43564); Fuentes de León, proximidades del Castillo y cerro del Cuerno, 05/03/2009, olivar sobre suelos calizos, Leg. A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez* (HSS 40570/40585).

Diagnosis:

Platae utriusque 20(-23) cm, pilosae, 2--3 foliae caulinae externae nec subterranea. Inflorescentia simple vel corimbosa cum 1--17 florum, incola externa caulinaris bulbiis nigrescens-purpureus. Species Hispania et Lusitania meridionalis incola similis Gagea lusitanica et Gagea granatelli differt, a G. lusitanica lamina inferior (0,8) 1.2--2.1 (2,5) mm sectione, subequal (nec (1) 1.4--3 (3.8)mm, equal vel subequal), G. granatelli lamina inferior (1,2) 2--4 (5) mm, plana sectione, subequal (nec acanalate sectione (0,8) 1.2--2.1 (2,5) mm, equal vel subequal).

Description:

Stem green to deep green color, large to medium size, (7.5) 8--20 (23) cm long, hair since the first cauline leaf (HC), fistulose at the base, simple or branched from first cauline leaf, with escape patent, variable length (1) 1.5--4.5 (8.5) cm in adults, and 0,7 to 4,5 mm in young states, with air cauline leaves.

Roots not or slightly indurated. Dark brown robe, not leathery, covering the whole bulb consists of a reserve bulb with 8--10 x 7--9 mm of size, orange hue, and asexual reemployed bulbils 3.5--5 x 2--3 mm of size, wrinkled, spherical, crested, and brownish-black at maturity. When young are orange.

Radical leaves two, equal or subequal leaves 15-32 (38) cm long x (1) 1.4-3 (3.8) mm of maximum section, with canalculated to curled morphology section, crasse and occasionally fistulose.

Cauline leaves in variable number of 2--3. The lower or first cauline leaf of (2.7) 4--23 (25) cm x (2) 2.5--6.5 (7.5) mm maximum section, lanceolate, and the basal part is hugger. Second cauline leaf (1.2) 2--10 (12.5) cm x 2--5 (6) mm section, lanceolate. The third cauline leaf, that occasionally appears near inflorescence, 2.5--3 cm x 1.5--3 mm

maximum section, similar morphology to second cauline leaf.

Axils cauline leaves with or without cluster of bulbils of vegetative propagation, distributed in globose groups of 6-10 little bulbils, 1-1.5 x 0.5-1 mm, purple to blackish, and commonly smooth surface.

Inflorescences (3.5) 4.5 -- 12 (18) cm; simple to compound corymbs (double or triple inflorescences); with (1) 3--17 flowers.

Bracts arranged in the base of the inflorescence, base branching flowers and flower peduncles, 1.5--3 (4.5) cm x 1--4 mm, margin ciliate, smooth. The first and main bract insert at the inflorescence base, confuse with the upper cauline leaves.

Flower stalks (1.8) 2.5--5 (7) cm, section 0.5 to 1 mm, smooth, and woolly pubescence, especially in the apical third, purple color in maturate.

The flowers have lanceolate to ovate tepals, apex acute, (8.2) 9.5--12.5 (13.5) x (2) 2.5--3 (3.5) mm, yellowish to yellowish-green with greenish inside, more or less pubescent, and apex blackish-purple hues in the mature. Anthers with filaments (3.5) 5--5.5 (6) mm, and thecae 1.2--2 (2.3) mm. Ovary with three cores, chordate. Style (3) 3.5--4.5 mm, stigma lobed. Capsule c. 6 x 5 mm, apex strongly chordate. Seeds 1.5--2 x 1.5--2 mm, sub-spheres to globoses.

Phenology: III-IV

Iconography: Fig 1.

Distribution and habitat

Species which populations are known only in the SW of the Iberian Peninsula region in the phytogeographical sector Luso-Extremadurensis: Mariánico - Monchiquense. The populations displayed on sandy textured soils to loamy, deep, rich, schistose substrates, very hard granite to limestone, occasionally on siliceous rocks. It is more commonly found in deciduous forest and *Quercus pyrenaica* Willd., *Q. faginea* Lam., or *Castanea sativa* Miller and occasionally appears in a mountains area in sclerophyllous forests as cork oaks (*Q. suber* L.) and to a lesser extent, in holm oaks (*Q. rotundifolia* Lam.). It usually lives from the 400-1200 m.s.m. altitude.

Anatomical section

Cross section of first radical leaves canalculated to curled section, with 5(6) vascular bundles. Cross section of second radical leaves with 5 to 8 ribs, variable the intermediate vascular bundles, depending of age or size of individuals (Tabla 1). The section average size in first radical leaves is 2.46 ± 0.03 mm long. x 1.95 ± 0.94 mm wide, and 2.16 ± 0.06 mm long x 0.78 ± 0.06 wide, in second radical leaves.

Kariology

The chromosomes analysis of *Gagea pseudofoliosa* has studied from Cabeza la Vaca (locus typus), and showed $2n= 36$ chromosomes, with karyotype formula $2n= 36= 3t + 6st + 3sm + 3m + 3st + 6st + 6st + 6st$ (Table2, fig 2), with size range 1.5-5.5 μ m (see fig 2 and table 1). The study of asymmetry indexes shows A1 (intrachromosomal asymmetry index) is 0.468 (n=1) and A2 (Pearson's dispersion coefficient) is 0.35 (n=1).

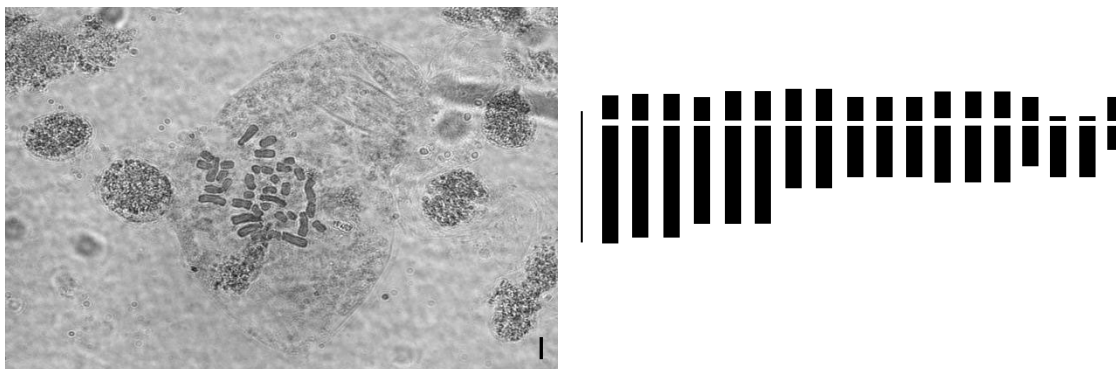


Fig. 1.- Plates obtained in flowers of Cabeza la Vaca (Badajoz) and conserved in HSS herbarium by HSS-AC 035 and caryogram obtained of *Gagea pseudofoliosa* (Scale 5 μm).

<i>Gagea pseudofoliosa</i>	Long. (μm)	A1	A2	Classification Levan (19654)	t	st	m	sm
	1.5-5.5 $\pm 0,05$	0.46 8	0.35			1	9	1

Table 1.- Asymmetry indexes and long. ranges in chromosomes analysis and classification of chromosomes by Levan *et al.* (1964) of *Gagea pseudofoliosa*

Discussion

Diversity of *Gagea* Salisb. genus in the Iberian Peninsula is poorly known, and there are few papers dedicated to their study (Terracciano 1904a, 1904b, 1905th, 1905b), although in recent years the knowledge of the genus is being expanded (Bayer & López, 1988; López, 1990, Ferrer *et al.*, 2007a, Ferrer *et al.*, 2007b; Tison, 2009, Gutiérrez *et al.*, 2009).

In the influenced areas and basin of the Mediterranean area highlight diversity of *Gagea* Salisb., Section *Didymobulbos* (C. Koch) Boiss., *Fl. Orient.* 5 (1): 203. 1882, which support c.70% of the known species of the Iberian Peninsula, and includes taxa such as *G. foliosa* Schult. f. or *G. lusitanica* A.Terrac, related to new species. The latter two species, which are morphologically closed and ecologically distant (Tison, 2009) are closed to the new species described, and especially *G. foliosa* Schult. f., since it's been the name they have received on numerous occasions specimens assignable to *G. pseudofoliosa*. The first author indicated the presence of *G. foliosa* Schult. f., from Iberian Peninsula was Terracciano (1905), assigning this name to materials collected in populations of C and S Iberian Peninsula. The materials identified by Terracciano (1905) as *G. foliosa* Schult. f., has confirmed that it was other taxa (Bayer & López, 1988; and see in material studied). On the other hand, the populations of *G. pseudofoliosa* have been sometimes confused with *G. lusitanica* A. Terrac., with which it shares habitat in some locations. In addition, most western populations of *G. granatelli* (Parl.) Parl., living in the Iberian Peninsula may have been confused at times too, since it bears a resemblance in the pubescence, and promptly on the morphology of some reproductive organs.

Iconography:



Fig. 2 a. - (1) Stages mature individuals diversity (a: young; b: mature middle size, c: mature big size) (Scale 5 cm). (a) Detail of flower. (b) Detail of mature flower. (c) Detail of fruit. (d) Detail of gynoecium and androecium. (e) Detail of asexual replacement bulbils (Scale 5 mm).

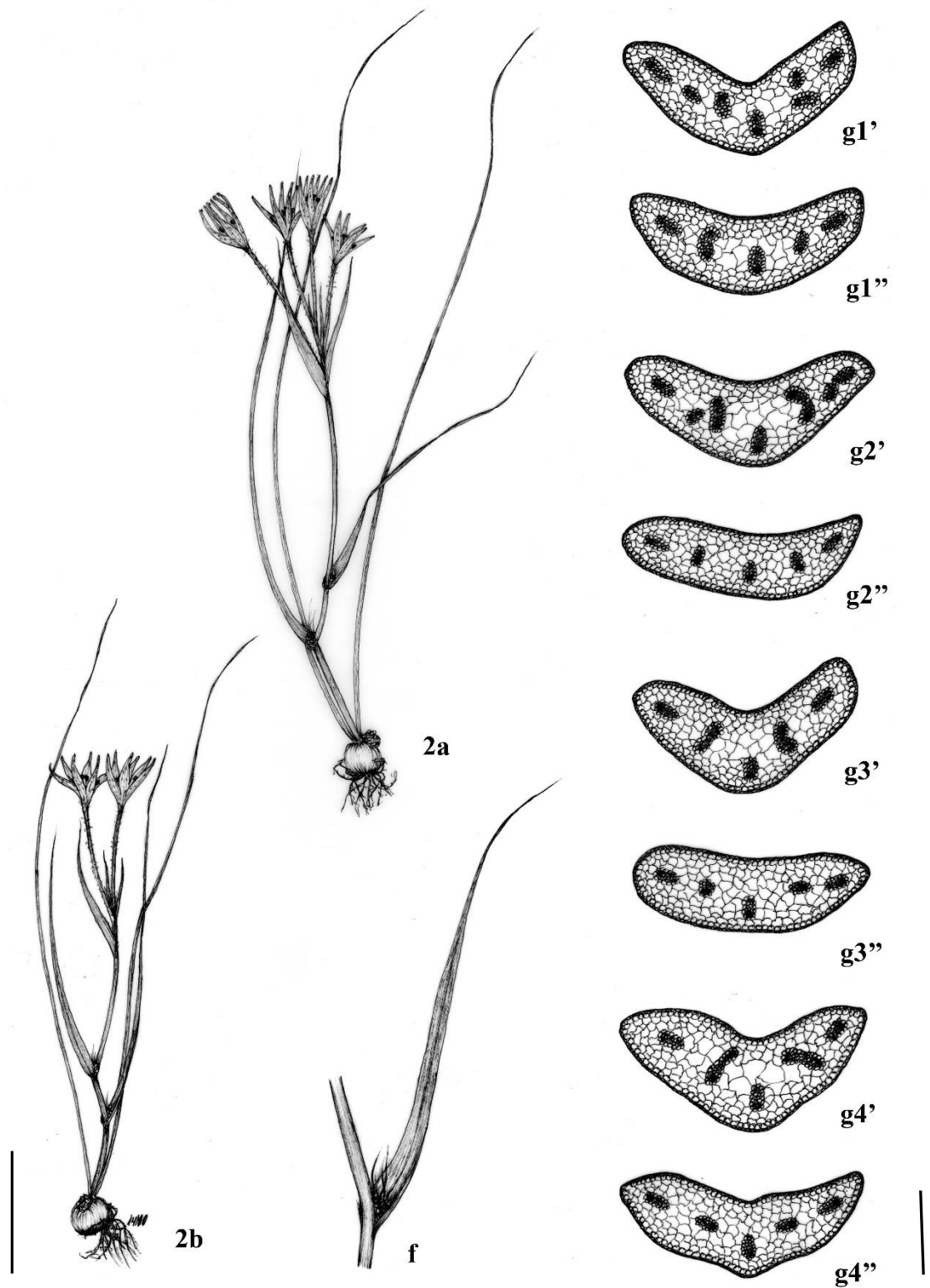


Fig. 2 b.- (2) Stages asexual reproduction individuals (a: young; b: mature) (Scale 5 cm). (f) Detail of cluster of axils bulbils in cauline leaf. (g) Cauline leaves sections diversity [1 (Ba: Fuentes León, 05/03/2009*) 2(Ba: Ctra. Cabeza Vaca a Tentudía, 05/04/2010*), 3 (Ba:Fuentes León, 05/03/2009*), 4 (Hu: Arroyomolinos de León, 09/03/2009*)] distinguishing radical leaf 1 (') and radical leaf 2 (") (Scale 1 mm).

Building on this proximity, and the disparity of opinions of different authors (Terracciano, 1904a, 1904b, 1905th, 1905b; Richardson, 1980; Pastor, 1987) make pass unnoticed *Gagea pseudofoliosa*. However, the study of materials types and diversity of these groups has allowed us to separate these materials by morphological, anatomical and even karyological characters (Table 2).

Characters	<i>Gagea pseudofoliosa</i>	<i>Gagea foliosa</i>	<i>Gagea lusitanica</i>	<i>Gagea subtrigona</i>	<i>Gagea granatelli</i>
Long. Plant (cm)	(7.5) 8-20 (23)	(4) 6 - 14	4-11	7.5-16	(4,5) 5 - 13 (21)
HR size (leng. cm x width mm)	15-32 (38) x (1) 1.4-3 (3.8)	3.5-6 x 1.5-4.5	(5,5) 10-30 x (0,8) 1.2-2.1 (2,5)	11-5.5 x 1.8 - 3	6-20 (22) x (1,2) 2.4 (5)
Basal asexual bulbils (mm)	3.5-5 x 2-3	3,5-6 x 1.5-4.5	2.5-5 x 2-4	5.5-7.5 x 3.5-4	3.5-4.5 x 3.5-4.2
N° HC HC Position	2-3 Alternate Apparent escape	(1)2 Alternate Apparent escape	1-2(3) Present or absent escape	3-6 o más Alternate to subopposite Present or absent escape	2-3(4) Alternate to subopposite Present or absent escape
Long 1° HC (cm)	(2,7)4-23 (25)	(2,5) 3 - 7	(3) 4-13 (17)	6.5-12	4-12
Tepal size (mm)	(8,2) 9.5-12.5 (13.5) x (2)2.5-3(3.5)	9-14,5 (19) x (1.5) 2-3	(9,5) 12-14 mm	11.5-14 x 2.5-3	(9)10-15 (16) x (2) 2,5 - 3.5
Style (mm)	(3)3.5-4.5	2 -3	(3,7) 4-5.5	2.5-4	3.5-4.5
Phecnology	III-IV	IV- VI	III-VI	III	II-III
Kariology	36 (new data)	36 Sicily (Peruzzi and Aquaro 2005; Peruzzi 2008)	-	-	24 France (Tison, 1998) 36 Sicily (Peruzzi and Aquaro 2005; Peruzzi 2008) 36, 48 Italy (Peruzzi a& Bartolucci 2006; Peruzzi 2008)

Table 2.- Characteristics for the segregation of *Gagea pseudofoliosa* and related taxa.

It can be segregated from *Gagea foliosa* Schult. f., by their radical leaves up to 4.5 mm wide, sub-umbel inflorescences, acuminate first cauline leaf and exceeding the inflorescence, floral stems thin (<0.6 mm) and bulbils surface faveolated, opposite the cloves slightly verrucose at maturity (Schultes, 1830) (see Table 1).

In turn, it has been confused with *Gagea lusitanica* A. Terrac., from Iberian Peninsula, which can be segregated by the morphology of radical leaves, number and position of the cauline leaves, and morphological characteristics associated with asexual reproduction, since they have calluses of asexual reproduction in cauline leaves, close to the bulb. Features also have materials of *Gagea granatelli* (Parl.) Parl. (Peruzzi & Tison, 2004), but also differs in the number of cauline leaves and leaf morphology radical (Parlatore, 1839, 1845; Pignatti, 1982) (see Table 1).

Finally, we can separate *G. pseudofoliosa* from *G. subtrigona* J.M. Tison, recently described as new specie for the Southern Peninsular, by the number of cauline leaves, leaf size, morphology of bulbils, and reproductive characteristics (Tison, 2009) (see Table 1).

Key to the species near to *Gagea pseudofoliosa*

- 1 Presence of callus under the first cauline leaf, at least the first cauline leaf often set close to the bulb 3
1 Absence of callus under the first cauline leaf, cauline leaves usually separated from the whole bulb 2
- 2 Presence of cauline bulbils. First cauline leaf (2.7) 4--23 (25) cm length *G. pseudofoliosa*
2 Absence of cauline bulbils. First cauline leaf (2.5) 3--7 cm length. *G. foliosa*
- 3 Cauline leaves inside of soil, in contact or 0,5 cm to bulb *G. lusitanica*
3 Cauline leaves outside of soil, more than 0,7 cm to bulb 4
- 4 First radical leaf plane *G. granatelli*
4 First radical leaf subtrihedral to deeply canaliculata *G. subtrigona*
-

In chromosomes analysis, contrasted with results obtained by Peruzzi (2008), we can observed many different with two near species to *Gagea pseudofoliosa*, because his karyotype formula ($2n = 36 = 3t + 6st + 3sm + 3m + 3st + 6st + 6st$) is completely different of karyotype formula observed by Peruzzi to *Gagea granatelli* ($2n = 36 = 3x = 9st + 3sm + 3st + 3m + 3sm + 3m + 3sm + 3m + 3st + 3m$ or $2n = 36 = 3x = 9st + 3sm + 6m + 3sm + 3m + 6sm + 3m + 3sm$ in different populations) and *Gagea foliosa* ($2n = 36 = 3x = 9st + 3sm + 3st + 3m + 3sm + 3sm + 3msat + 3m + 3st + 3m$). Not known similar formula to other species, although its need studies to compare with *G. lusitanica* or *G. subtrigona*, without karyological data today. The asymmetry indexes are different too, compared with range obtained by Peruzzi (2008) to *Gagea granatelli* and *Gagea foliosa*.

Other materials studied:

Gagea pseudofoliosa sp. nov.

SPAIN: **Badajoz**: Cabeza la Vaca, camino de los Bonales, 01-04-2008, 29SQC31, ladera norte, Leg. F. Márquez & F. M. Vázquez (HSS 37544); Cabeza la Vaca, camino de los Bonales, 17-4-2008, 29SQC31, Leg. M. Gutiérrez & F. Márquez (HSS 38344); Ctra. Cabeza la Vaca-Monasterio de Tentudía. Ctra. BA-109, KM 4, 01-04-2008, 29SQC31, Leg. F. Márquez & F. M. Vázquez (HSS 37573); Fuentes de León, cerro opuesto a la Cueva del Ciervo, 18/03/2008, Leg. M. Gutiérrez, F. Márquez, S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez; Fuentes de León, proximidades del Castillo y cerro del Cuerno, 05/03/2009, 29SQC21, olivar sobre sustratos calizos, Leg. A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez* (HSS 40566/ 40567/ 40568/ 40569/ /40571/ 40582 / 40586); Sierra de Tentudía, proximidades de Ctra., 13/03/2009, Leg. M. Gutiérrez, S. Ramos & F. M. Vázquez (Cultivada desde 14/01/2009)(HSS 40674 cutived (C.)); Sierra de Tentudía, subida al Monasterio, 17/04/2008, 29SQC31, rebollar próximo a población de *Centaurea toletana* subsp. *tentudaica*, 900-960 msm., Leg. M. Gutiérrez & F. Márquez (HSS 38001); Sierra de Tentudía, subida al Monasterio, 17/04/2008, 29SQC31, olivar-pinar, 960-1020 msm., Leg. M. Gutiérrez & F. Márquez (38003). **Huelva**: Aroche-Contienda, Carril Atalaje, 08/03/2002, 29SPC81, Leg. I. Pérez Nuñez (sub. *Gagea foliosa* subsp. *foliosa*) (SEV 162684); Arroyomolinos de León, 12/03/2009, castañar, 800-900 msm., Leg. D. García & F. Márquez* (HSS 40617/ 40618 /40619); Arroyomolinos de León, Cerro El Pesito, 9-3-2009, 29SQC21, Leg. D. García & F. Márquez (HSS 40612 / 40613). **Sevilla**: El Real de la Jara, puente río Cala. Límite provincial Sevilla-Huelva, 16/03/2008, afloramientos graníticos en rivera, 430 msm., 37° 56' 08" N/ 6° 10' 51" W, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 36810); El Real de la Jara, Ctra. hacia Real de la Jara, a 2-3 km del límite provincial con Badajoz, 20/04/2010, rivera con afloramientos calcáreos, 580 msm., Leg. M. Cabeza de Vaca, M.J. Guerra, M. Gutiérrez, M. Martínez & F. M. Vázquez (HSS 46008)

* Anatomical fresh material studied:

(g2) Ctra. Cabeza la Vaca a Tentudía. Ctra., KM 10 (Parada 2), 05/04/2010, 29SQC31, Leg. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez* (HSS 44545/44546); (g1) Fuentes de León, proximidades del Castillo y cerro del Cuerno, 05/03/2009, olivar sobre suelos calizos, Leg. A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez* (HSS 40570/40585);

(g3) Fuentes de León, proximidades del Castillo y cerro del Cuerno, 05/03/2009, 29SQC21, olivar sobre sustratos calizos, Leg. *A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez** (HSS 40566/ 40567/ 40568/ 40569/ /40571/ 40582 / 40586); (g4) Arroyomolinos de León, 12/03/2009, castañar, 800-900 msm., Leg. *D. García & F. Márquez** (HSS 40617/ 40618 /40619).

Gagea foliosa Schult. f.

ARGELIA: Exsiccata Iter Maroccanum n° 117. Hab. In pratis montis Yebel Lerz dictis (Atlante rhiphaneo), 2150 m. alt.; 12 junii 1927, leg. Dr. *Font Quer* (sub. *Gagea foliosa* var. *intermedia* A. Terrac.) (MA 2053). ITALY, **Sicily**: Flora nebrodensis: In saxosis calcareis supra Castellbuono, 7-1000m., 6 Aprili 1874, Leg. *P. Grabiell Strobly* (K)(BM); Planta Siculae: in pascuis elatioribus Nebrodum, ad nives Colma Grade (17-1800 m.s.m.), 14 Jun. 1855, Leg. *E. et A. Huet du Pavillon* (sub *Gagea nivalis* Nobis.) (COI 50767) (K) (BM) (FI); Todaro Flora Sicula Exsiccata n° 740: in montosis aparicis nemorum-*Tortici*. Majo. Leg. *Todaro* (K) (BM) (G-BUR, Rev A. Terracciano 1094) (FI); In herboris montosis Ficuzae ad Busambra prope Panormum, IV-1886, leg. *Bonafede*, dedit. A. Terracciano. (Plantae siculae- Herbarium R. Hort. Bot. Palorminati) (LISU 16112); In elatioribus montibus Busambra, 12-IV-1898, leg. *A. Terracciano* (Plantae siculae- Herbarium R. Hort. Bot. Palorminati)(FI); Ficuzza, *Parlatore* dedit., 8br. 1841. (sub *Ornithogalum villosum*)(Rev. C. Heyn 1970) (K)

Gagea granatelli (Parl.) Parl.

ARGELIA: El Eulma, Bir-El-Aroche, 25-3-1986, cunetas, 1000 msm., leg. *A.A. & J.G.R.* (rev. *Gagea granatelli* (Parl.) Parl., Det. *J. M. Tison*, 05/07/2001) (SEV 24388); Exsiccata Iter Boreali-Africanum n° 279. Constatina: in petrosis her. Summi montis Mansourab, 18 Feb 1869, Leg. *E.G. Paris*. (BM); ITALY, **Sicily**: In herbosis nemorum ad Ficuzza prope Panormum, April 1889, Leg. *Resina*, dedit. A. *Terracciano* (Herb. R. Hort. Bot. Panormitani (FI); **Calabria**: Sila, Rose (Cosenza), 1 Km ad Est vicino alla S.S. 276 (UTM 33 XD 12.61), ca 650 m.s.l. loc. Giancorella, 16-III-2002, leg. *D. Puntillo*, Det. *L. Peruzzi* (FI) **Marche**: pascoli aridi e garighe in località "la Valle" sopra Gelagna Bassa, 10 Apr. 1981, suolo calcáreo, 740 m, Leg. *S. Babbelli*. (Herbarium S. Ballelli) (FI); **Puglie**: Nei colsi det, Paseo del Conde a Bui de Puglia, 16 Marzo 1896, leg. *A. Palanza* (FI). SPAIN: **Badajoz**: Bienvenida, 29SQC44, 16-3-2009, Márgenes de cultivos, sobre pizarras, suelos calizos, *M. Gutiérrez & F.M. Vázquez* (HSS 40682). Nogales, proximidades de Montsalud, 29SPC96, 27-2-2009, roquedos calizos, *A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez* (HSS 40525); **Cáceres**: Valencia de Alcántara, 29SPD57, 5-3-2008, Suelos pizarrosos en dientes de perro, *D. García, M. Gutiérrez & F.Márquez* (HSS 36322); **Madrid**: In collibus siccis Aranjuez (Madrid), 19-III-1933, leg. *C. Vicioso* (MA 20512); **La Rioja**: Exsiccata Plantes d' Espagne n° 1302. Castille: Pentens ensoleillées à Cellorigo, II et III, 1910 et 1911, leg. *Hno Elías* (sub. *Gagea foliosa* R. et S.) (BM 18124)

Gagea lusitanica A. Terrac.

PORTUGAL: **Beira Baixa**: Herbarium Lusitanicum, Castello Branco, Monte Brito, Junho de 1881, leg. *A. R. da Cunha* (sub *G. polymorpha* Boiss) (rev. mans. *A. Terracciano: Gagea lusitanica* A. Terrac, sp. n.) (lectotype, LISU); Herbarium Lusitanicum n° 1145. Castello Branco Juin 1885, leg. *J. Daveau* (sub *Gagea polymorpha* Boiss) (G) (MPU011388) (LISU); **Alto Alentejo**: Castelo de Vide, Escusa, 7-III-1855, fornos de cal, pH 8, leg. *M. Beliz*, Det. *M. Beliz* (sub. *Gagea foliosa* subsp. *lusitanica* Terrac.) (Plantae Lusitanae ex Herbario Stationis ad Melioramentum Plantarum)(Ex Herb. De Malato Beliz) (MA 285171); Serra de Ossa: entre Bencatel e Redondo: em matos cortados recentemente junto aos afloramentos de xistos exp. SE., 26-Feb-1957, Leg. *Malato Beliz et Ponce-Dentistro*, Det. *Malato Beliz* (sub. *Gagea foliosa* subsp. *lusitanica* Terrac.) (Plantae Lusitanae ex Herbario Stationis ad Melioramentum Plantarum)(Ex Herb. De Malato Beliz) (MA 285172). SPAIN: **Badajoz**: Olivenza, Sierra de Alor, 29SPC67, 01-03-2010, olivares sobre suelos calizos (parada1), Leg. *M. Gutiérrez & F. M. Vázquez* (HSS 43826/43827); Carbajo, ruta Fuente de San Juan, 29SPD58, cuarcitas acompañadas de suelos ligeramente básicos, Leg. *M. Gutiérrez & F. M. Vázquez* (HSS 44079)

Gagea subtrigona Tison

SPAIN: Valencia: Alacant (Alcoi), Serra de Mariola, Bc. de Bocairant, 30SHY1388, 880 m, 11.3.2001, *L. Serra 5702, A. Bort & L. Serra Cremades* (sub *Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire) (type, VAL 193871) (see in picture); Bocairant (Vall d'Albaida), pr. Font de Mariola, 30SYH19, 19-3-1987, Leg. *J.R.Nebot* (sub. *Gagea lacaitae* Terrac.) (VAL55157-ex VAB870056)

Acknowledgments:

The present study would not have been possible without the selfless help of the members of the HABITAT research team. Also, the results are integrated into the research project No. PRI-III PRI09A059-FEDER, funded by the Second Vice-President and Consejería de Economía Comercio e Innovación of the Junta de Extremadura. There must also acknowledge the assistance and cooperation provided by the curators and staff consulted herbarium: BM, COI, FI, G, HSS, K, MPU, MA, SEV, and VAL.

Referens:

- Bayer, E. & López G. (1988). El género *Gagea* Salisb. en la flora española ochenta y dos años después de la monografía de Terracciano. *Monogr. Inst. Piren. Ecol. Jaca* 4: 121-126.
- Ferrer, P.P., E. Laguna, S. Alba & J.M. Tison. (2007a). Sobre la presencia de *Gagea lacaitae* A.Terracc. (Liliaceae) en la flora Valenciana. *Acta Botanica Malacitana*, 32: 1-12.
- Ferrer, P.P. & Guara Requena, M. (2007b). Especies del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) presentes en el Levante Peninsular Ibérico. *Lagascalia*, 27: 31-51.
- GBIF (2010). <http://data.gbif.org/species/> (consulted 15/01/2010)
- Govaerts, R. (2003). World Checklist of Liliaceae. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; www.kew.org/wcsp/monocots/
- Gutiérrez, M.; López, J.L. & Vázquez, F.M. (2009). Revisión bibliográfica de las aportaciones sobre recuentos cromosómicos en el género *Gagea* Salisb (Liliaceae). *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 45-57.
- Hamzaoglu, E., Budak, U., Aksoy, A. (2008). A New Species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from Sivas (Central Anatolia, Turkey). *Turk. J. Bot.*, 32:261-264.
- Igersheim, A. (1993). The carácter states of the Caribbean monotypic endemic *Strumpfia* (Rubiaceae). *Nordic Journal of Botani*, 13: 545-559.
- Levan, A, Fredga K. & Sandberg A. (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.
- Levichev, I. G. (1999). Zur Morphologie der Gattung *Gagea* Salisb. (Liliaceae). I. Die unterirdischen Organe. *Flora* 194: 379-392.
- López, G. (1990). Taxonomía y biogeografía del género *Gagea* subgen. *Gagea*. *Jornadas de taxonomía vegetal*, 24-27/V/1990, Resúmenes: 31-35, Madrid.
- Parlatore. (1839). Nova Ornithogali species ex naturli liliacearum familia. *Diario L'Òchio* (11):84-86.
- Parlatore F. 1845. *Gagea*. *Fl. Ital.* 2: 418 – 431.
- Pastor, J. (1987). *Gagea* Salisb. In VALDÉS, B. & al. (eds.) *Flora Vascular de Andalucía Occidental*, 3:433-435. Ketres Editora S. A. Barcelona.
- Peruzzi, L. & Aquaro, G. (2005). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae). II. Further karyological studies on Italian populations. *Candollea*, 60(1): 237-253.
- Peruzzi, L. & Bartolucci, F. (2006). *Gagea luberonensis* J.-M. Tison (Liliaceae) new for the Italian flora. *Webbia*, 61(1): 1-12.
- Peruzzi, L. & Tison, J. M. (2004). Verso una revision biosistemática del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italia. Un nuovo tipo di approccio. *Informatore Botanico Italiano*, 36 (2): 470-475.
- Peruzzi, L. (2003). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) sect. *Foliatae* A. Terracc. and synthesis of karyological data. *Caryologia*, 56(1): 115-128.
- Peruzzi, L. (2008). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae). III. New karyological data from the central Mediterranean area. *Cytologia*, 61(1): 92-106.
- Peruzzi, L., Barolucci, F., Frignani F. & Minutillo, F. (2007). *Gagea tisoniana*, a new species of *Gagea* Salisb. Sect. *Gagea* (Liliaceae) from central Italy. *Journal of the Linnean Society*, 155: 337-347.
- Pignatti, S. (1982). *Flora d'Italia*, III:352-356. Edagricole, Bologna.
- Richardson, I. B. K. (1980). *Gagea* Salisb. In T. G. TUTIN & al. (eds.) *Flora Europaea*, 5: 26-28. Cambridge University Press, Cambridge.
- Romero Zarco, C. (1986). A New Method for Estimating Karyotype Asymmetry. *Taxon*, 35(3): 526-530.
- Schultes, f. (1830). *Gagea foliosa* Schult. f. in Roemer & Schultes, *Syst. Veg.*, ed. 15 bis, 7(2): 1703.
- Terracciano, A. (1904a). *Gagearum novarum* diagnoses. *Boll. Soc. Orticola di Palermo*, 2(3): 3-10.
- Terracciano, A. (1904b). Per la priorità delle mie *Gagearum novarum* diagnoses. *Boll. Soc. Orticola di Palermo*, 2(4): 1-7.
- Terracciano, A. (1905a). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola. *Bol. Soc. Aragon. Ci. Nat.*, 4 (6, 7, 8): 188-253.
- Terracciano, A. (1905b). Le *Gagea* de la flora portoghese. *Bol. Soc. Brot.*, 20: 200-206
- Thiers B. 2010. [continuously updated]. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/> (accessed 12 March 2010)
- Tison, J. M. (1998). *Gagea granatelli* (Parl.) Parl. en France. *Monde Pl.* 462 : 1-6.
- Tison, J. M. (2009). An update of the genus *Gagea* Salisb. (LILIACEAE) in the Iberian Peninsula. *Lagascalia* 29: 7-22.
- Zhao, L.-Q., & Yang, L. (2006). *Gagea daqingshanensis* (Liliaceae) a new species from Inner Mongolia, china. *Ann. Bot. Fennici* 43: 223 - 224.
- Zhao, Y.-Z., Zhao, L.-Q. (2004). *Gagea chinensis* (Liliaceae), a new species from Inner Mongolia, China. *Ann. Bot. Fennici*, 41: 297-298.

CAPÍTULO 6.8

Gagea duriei Parl. (LILIACEAE) en la Península Ibérica y
Norte de África

Gagea durieui Parl. (LILIACEAE) en la Península Ibérica y Norte de África

Resumen

En el presente estudio se realiza una revisión taxonómica y de la diversidad infraespecífica con la que cuenta *Gagea durieui* Parl. (Liliaceae), en su área de distribución. Se revisan todos los materiales tipos, incluidos los sinónimos y los taxones infraespecíficos, se evidencia la diversidad morfológica y anatómica que originan los distintos estadios ontogénicos en la especie. Se pone de manifiesto la presencia de dos nuevos taxones infraespecíficos *G. durieui* subsp. *magrebensis* subsp. *nov* y *G. durieui* var. *luentina* var. *nov.*, además de concretarse su área de distribución que se expande por el SE de la Península Ibérica y NW de África. Se reafirma la validez del taxon y su segregación de *G. foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schultes & Schultes fil.

Palabras clave: *Gagea*, taxonomía, diversidad, anatomía, morfología, cariología.

Summary

The taxonomic and diversity revision of *Gagea durieui* Parl. (Liliaceae), is marked in the present study. Are revised the type materials of the *G. durieui* synonymous, and the all infraspecific taxa. The ontogeny development of *G. durieui* is realized and the two new varieties are described: *G. durieui* subsp. *magrebensis* subsp. *nov* and *G. durieui* var. *luentina* subsp. *nov.* Finally is show the distribution area of the species concerted in the SE Iberian Peninsula and NW Africa. The validity of this taxon, and segregation of *G. foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schultes & Schultes fil., are reaffirmed.

Key words: *Gagea*, taxonomy, diversity, anatomy, morphology, cariology

1. Introducción.-

El género *Gagea* Salisb., comprende actualmente unas 250 especies, distribuidas por Euroasia y Norte de África, especialmente en la región mediterránea, Cáucaso, Siberia y Próximo Oriente. Históricamente se ha considerado un grupo complejo con muchos problemas taxonómicos (Levichev, 1999; Zarrei & Zarre, 2005; Peruzzi, 2008; Peterson *et al.* 2019). En los últimos años, sin embargo, se ha profundizado en el estudio del género a nivel ontogénico, embriológico, anatómico, cariológico, taxonómico y geográfico (Peruzzi *et al.*, 2008; Tison *et al.*, 2012) llegando incluso a ampliándose el número de taxones descritos para Asia (Levichev 2001; Zhao & Zhao, 2004; Zhao & Yang 2006), Turquía (Hamzaoglu, *et al.*, 2008), Italia (Peruzzi *et al.*, 2007; Tison *et al.* 2012) o Francia (Tison, 2004b).

En la región mediterránea el número de especies conocido es c. 60, mientras que dentro en el sur de la Península Ibérica y Norte de África actualmente se incluyen c. 40 especies (>80% de las conocidas para todo el Mediterráneo) (Tison, 2004a; Levichev & Jezniakowsky, 2008; Zarrei *et al.* 2010; Tison *et al.*, 2012; López, 2013; Peterson *et al.* 2019). La alta diversidad de este territorio han generado numerosos problemas taxonómicos y de identificación en el género, los problemas han sido la confusión, la falta de reconocimiento, la duplicidad de nombres, frecuentemente por falta de material en los herbarios, o colecciones de materiales incompletas (Levichev, 1999; Zarrei & Zarre, 2005; Peruzzi, 2008). Entre estos taxones, uno de los más controvertidos ha sido *G. durieui* Parl. (Guirao *et al.*, 1992; Peruzzi & Tison, 2007; López, 2013), que previo a su publicación se había identificado como *G. chrysantha* (Jan.) Schult. f., *G. soleirolii* F.W. Schultz ex Mutel o *G. polymorpha* Boiss., y después de su publicación se llegaron a describir hasta dos nuevas especies, siendo los mismos materiales: *G. iberica* A. Terrac. o *G. distans* Pascher. Se trata de una especie distribuida por el mediterráneo occidental, incluyendo Norte de África, Península Ibérica y Baleares (Bayer & López, 1991; Tison, 2004a; Tison *et al.*, 2012), aunque su diversidad específica y el área real de distribución no es bien conocido, sobre todo en los materiales peninsulares, como pone de manifiesto la presencia de materiales de esta especie en el macizo Ibérico (Bolós & Vigo, 2001), o en el Centro de la Península

(GIBF, 2016), o su clasificación taxonómica dentro del complejo *G. foliosa* group. en Flora Ibérica (López, 2013).

El objetivo de este trabajo es aclarar el concepto del taxon, sus relaciones con otros taxones y proximidad morfológica, evaluar la variabilidad que pudiera tener, adicionar herramientas taxonómicas que ayuden a su correcta identificación, y dimensionar su correcta área de distribución.

2. Material y Método

Para alcanzar el objetivo propuesto se ha realizado una extensa revisión bibliográfica. Además se realizaron diversos muestreos en campo, dentro de las poblaciones ibéricas, para completar su caracterización morfológica y ecológica. El material fue conservado en el herbario HSS (Thiers, 2016). Para llevar a cabo el análisis morfológico, se estudiaron los materiales conservados en los herbarios B, COI-WILK, FI, FI-WEB, G, G-BUR, GDA, GDAC, HSS, LISU, MA, MAF, MPU, SEV, UNEX Y Z (Thiers, 2016). Además nos apoyamos en estudios previos de tipo morfológicos (Chaia & Dafni, 1971; Bayer & Lopez, 1997; Peruzzi, & Tison, 2004), o anatómicos (Zarrei *et al.*, 2007; Peruzzi *et al.*, 2007; Tison *et al.* 2012) o genéticos (Tison *et al.*, 2012). Se estudian tanto material de herbario como materiales vivos en las poblaciones naturales (Ver apéndice 1). Para contrastar la diversidad de los materiales, se utiliza un detallado análisis anatómico, según la metodología de Igersheim (1993).

El estudio se acompaña con tablas y gráficas para exponer los resultados finales, con imágenes y láminas específicas para destacar los caracteres morfológicos más significativos, y con mapas de distribución, así como claves diagnósticas y descripciones concretas de cada uno de los taxones implicados en el estudio, que permita evidenciar las diferencias entre ellos, clarificar y concretar la diversidad y rango morfológico que caracteriza a *G. durieui* Parl., y su proximidad morfológica con otros taxones.

3. Resultados y Discusion

G. durieui es nombrada por primera vez por Parlatore en la obra Flora Italiana (1857), señalando a la especie como a la *G. chrysantha* indicada en la Flore l'Algérie, que todos los autores posteriores (Battardier & Trabut, 1895; Bayer & Lopez, 1997; Peruzzi, & Tison, 2004), consideran que se trata de la obra publicada por (Durieu de Maisonneuve, 1846-1869), como consecuencia de los trabajos exploratorios de la Flore d'Algerie, realizados por Durieu de Maisonneuve (1846-1869), durante los años 1840-1844, sobre todo porque Parlatore (1857), denomina a la nueva especie como *G. durieui* Parl (la Gagea de Durieu). Parlatore posiblemente conoce los materiales de la *G. chrysantha* de la Flora de Argelia, por dos vías: a) visitando el herbario de París (P) (Stafleur & Cowan, 1983), donde se incluyen las recolecciones de la Exploration Scientiphique de l'Algerie, y b) por que le llegan materiales de Argelia al herbario de Florencia (FI), por varias vías: 1. B. Balansa en la Exsiccata P. D'Algerie 1852/n° 226 Gagea chrysantha R. S. / Foret de Muley-Ismael/ 3° janvier; 2. B. Balansa en la Exsiccata P. D'Algerie 1851/n° 130 Gagea chrysantha R. S. / Mostaganem, sur les coteaux incultes/ 19 Mars/ y 3. un material del Herb E. Cosson 1854/ Gagea chrysantha Roemer et Sch./ Grand ravin d'Oran (Algerie)/ Balansa, Mars, 1852/ Da Cosson en Apr 1855. Además debe conocer la obra de Bory de Vicent & Durieu (1849), donde se publica *G. chrysantha* Roemer & Sch., para la Flora d'Algerie, con una figura (45 bis), en la que aparece representada *G. chrysantha* sensu Durieu (1849), y que más tarde será señalado como lectotipo por Peruzzi & Tison (2007) de *G. durieui* Parl.. Sin embargo, Parlatore no realiza una descripción expresa del taxon, sino que se apoya en la lámina 45 bis, realizada por Durieu (1849), y posiblemente en la publicación de los resultados de la Exploration Scientiphique a l'Algerie. En un primer momento el nombre

de Parlatore (1857) podría considerarse *nomen nudum* (Art. 50B), ya que no existe descripción expresa de *G. duriei* Parl., aunque si existe una previa que es la realizada por Durieu (1849), para explicar la lámina 45 bis que se considera válida por el Código (art. 42.3, McNeill & al., 2006), como indican Peruzzi & Tison (2007). La primera descripción expresa es realizada por Battandier & Trabut (1884), apoyado en la figura de Durieu (1849), y ampliando el rango de variación de la especie, ya que se incluye y estudian mayor número de materiales procedentes de Algeria. Algunos autores recogen esta referencia como *Gagea duriei* Parl. ex Batt. & Trab., *Fl. Algérie Monocot.*: 73, (1895) en obras posteriores (Tison, 2004a; Govaerts, 2006; Ferrer & Guara, 2007), que podrían considerarse como una referencia superflua. Si valoramos toda la exposición previa podemos indicar que la referencia válida para el taxón sería *G. duriei* Parl., *Fl. Ital.* (Parlatore) 2(2): 426. 1857, cuyo lectotipo es la lamina 45 bis de Durieu (1849), previamente tipificado por Tison & Peruzzi (2007), y que eligieron como Epitipo uno de los materiales previos a los que posiblemente tuvo acceso Parlature antes de publicar en 1857 *G. duriei*; el material del Herb. E. Cosson que llega a FI en 1855. Pero no existe ningún material de las exploraciones de Algeria a las que pudiera haber tenido acceso Parlature en la que se haga referencia *G. duriei* con letra de Parlature. Sólo existe en G-DC un material de la Exsiccata nº 226 de B.Balansa, en la que aparece una etiqueta sobrescrita con la indicación *G. duriei* Parl./ (ex Baker), donde la primera aportación escrita parece letra de F. Parlature (Burdet, 1989), y donde aparece una etiqueta de A. Terracciano, donde se indica que Parl., vió los materiales conservados en el pliego. A todos los efectos este material podría ser considerado tipo de *G. duriei* Parl., que además se ajusta a la descripción de Durieu (1849), es material recogido antes de la publicación de la *Flora Italiana* vol. 2 (1857), y Parlature mientras colabora con De Candolle (Stafleur & Cowan, 1983), en G-DC, pudo consultar y anotar en el pliego *G. duriei* Parl. Sin embargo, no tenemos ninguna prueba publicada que indique que ese material lo vió Parlature antes de 1857 y que le sirviera para segregarse a *G. duriei* de *G. chrysantha*, sería el mismo supuesto que la aportación de Peruzzi & Tison 2007, cuando seleccionan al Epitipo conservado en FI.

Taxones previos relacionados con *G. duriei* Parl.

Atendiendo al lectotipo de *G. duriei*, y a los potenciales materiales que pudiera consultar Parlature (1857), así como a otros materiales que se ajustan a la variabilidad de esta especie, podemos decir que *G. duriei* se corresponde con plantas provistas de dos hojas basales más o menos filiformes, de sección cilíndrica o semicilíndrica, a veces ligeramente depresamente obovada, con grosor inferior a 0,8 (1) mm, que superan el tamaño de la planta, tallo simple o ramificado, 2-3 hojas caulinares y numerosas hojas bracteales, la primera hoja caulinar supera o no a la inflorescencia, en racimo, que posee de 1-5(7) flores de tamaño desiguales y pedúnculos florales erguidos, nunca nutantes; el conjunto bulboso tiene raíces no induradas a ligeramente induradas, túnicas parduscas y un bulbilo de reemplazo de tamaño menor al bulbo de reserva.

En el estudio de los materiales de herbarios se han observado los siguientes errores asociados a *G. duriei* Parl.: 1. Hasta la descripción de *G. duriei* Parl., buena parte de los pliegos aparecían identificados como *G. chrysantha*. (FI-WEB!, KEW!, G!) que se caracteriza por la presencia de hojas basales de hasta 2 mm de ancho, dos hojas caulinares opuestas o subopuestas, próximas a la inflorescencia, y dos brácteas principales, en la base de inflorescencia. Inflorescencia en umbela con 1-4 flores, pedúnculos florales de hasta 5 cm, con botones florales inclinados (Peruzzi, 2003; Tison *et al.*, 2012). Es fácilmente segregable de *G. duriei* por el ancho de hojas basales, el número y disposición de hojas caulinares y brácteas en la base de la inflorescencia. 2. En algunos casos se han observado materiales de *G. duriei* identificados como *G. soleirolii* (G!, MA!, MAF!) Sin embargo, se diferencian por la presencia de raíces no induradas, frente a raíces ligeramente induradas a induradas en *G.*

duriei, hojas basales de sección abarquilladas, frente a hojas filiformes de sección circular o subcircular, estilo de más de 2,5 mm, frente a estilos de menos de 2,5(3) mm, filamentos de estambres lineales, solo ensanchados en la base, frente a estambres con filamentos ensanchados desde la base en *G. duriei* Parl. y la ausencia de plantas bulbíferas en *G. soleirolii* (Bayer & López, 1991; López, 2013). 3. En G-BOISS se puso de manifiesto que existen materiales asignables a *G. polymorpha* Boiss., que se ajustan a *G. duriei* Parl. Esta consideración es nueva, aunque, en los trabajos de Tison (2004c, 2009), Ferrer (2007), o Tison *et al.* (2012) ponen de manifiesto la relación entre ambos taxones, señalando a *G. polymorpha* como un posible híbrido entre *G. duriei* y *G. elliptica* o bien, entre *G. duriei* y *G. lusitanica* A. Terrac.. *G. polymorpha* es descrita por Boissier (1842) con materiales de la provincia de Málaga (Alhaurín, Alora, Estepa y Antequera), señalando su distribución por toda la Península Ibérica, Córcega, Sicilia y Grecia, más tarde apoyada por Willkomm & Lange (1862). Sin embargo, *G. polymorpha* Boiss., previamente tipificado por Stroh (1937) y Burdet *et al.* (1982), sería un “*nomen invalidum*” por incumplimiento del código en varios apartados: a) subordina otra especie anteriormente descrita (art. 11.2); b) incluye varios taxones en los tipos (G-BOISS!) (art. 37.2), y c) existe un nombre previo de Schultz (1836), descrito como *G. polymorpha* F.W.Schultz, *Arch. Fl. France Allemagne* 17 (1836) (art. 45.3) (McNeill & al., 2006).

Para evidenciar las diferencias entre los taxones próximos a *G. duriei* Parl., con los que se ha podido confundir se ha realizado la tabla 1, donde se excluye a *G. polymorpha* Boiss., por tratarse de un taxon híbrido que comparte caracteres y rango de variación con *G. duriei* Parl.

Taxones posteriores

Posterior a la descripción de *G. duriei*, se describen otros taxones que pueden considerarse dentro de la variabilidad de *G. duriei* como *Gagea distans* Pascher y *G. iberica* A.Terracc.

G. iberica es descrito por Terraciano (1904) con materiales ibéricos del Barranco del Caballar (Almería), y Cartagena, en una exsiccata distribuida por Porta & Rigo en diferentes herbarios: G!, FI!, G-BUR!, MPU!, ZU!, COI!. Este taxón ha sido lectotipificado por Peruzzi & Tison (2006), señalando como lectotipo el material depositado en FI!, y como iso-lectotipo los materiales conservados en G!, MPU!, y P. El rango taxonómico de esta especie también ha sufrido variaciones, inicialmente es descrito como especie, considerándose como independiente y vicariante de *G. duriei* (Terraciano 1904), más tarde combina su posición a subespecie (Terraciano 1905a, 1905b, 1906), mientras que otros autores señalan su estrecha relación llegando a darle el rango de raza (Bayer & López, 1988), o bien considerándolos sinónimos, a la vez que coespecíficos (Govaerts, 2006; Tison 2004c; Peruzzi & Tison, 2006; Ferrer & Guara, 2007).

Sin embargo, tras el estudio de los materiales se concluye que son el mismo taxon, aunque con ligeras diferencias que podrían explicar los apuntes de López (*in herb.*), cuando organiza la combinación *G. duriei* var. *iberica* (A.Terrac.) G. López *in herb.* B! & BC 76656 (Ferrer & al., 2007).

Hay que destacar además que el estudio de todos los potenciales materiales tipos designados bajo la Exsiccata sub. N. 521, de Porta al Rigo, conservan además de estos materiales al menos otra especie, como previamente comentó Terraciano (1904), en la descripción original (*G. soleirolii* F.W.Schultz ex Mutel (“... *e inter hanc et G. soleirolii locanda*”), que pudiera generar error y confusión como posteriormente ocurrió de forma puntual (sub. *G. nevadensis* Boiss, López & Bayer, 1991). Si atendiéramos al análisis minucioso de otros materiales que se encuentran conservados en G o COI-WILLK, podemos evidenciar que no sólo existen dos taxones recolectados dentro de la Exsiccata de Porta & Rigo, existe otro taxon adicional, que se ajusta a las características de *G. elliptica* (A.Terracc.) Prain., sin

embargo, suponemos que estos materiales no fueron estudiados por A.Terracciano, lo que permite que no se invalide el nombre atendiendo al art. 37.2 (McNeill & al., 2006). Ante esta situación concluimos que *G. iberica* A. Terracc., es un nombre inválido que además se ajusta a *G. durieni*.

Unos meses más tarde de la publicación de *G. iberica* A.Terracc., aparece publicada *G. distans*, descrita por Pascher (1904), apoyada sobre los mismos materiales que utilizó Achille Terracciano para publicar *G. iberica*, (Exsiccatae de Porta & Rigo n° 40, conservadas en B) Se trata de un nombre superfluo sinónimo de *G. durieni* Parl., y que posiblemente el tipo sea el conservado en B, donde se puede leer en etiqueta manuscrita de A. Pascher, “*G. distans* Pasch.”.

Posteriormente, López (2013) subordina de nuevo este taxón a subespecie, como *G. foliosa* subsp. *durieni* (Parl.) G. López en los materiales peninsulares.

Taxones próximos

Para dimensionar posibles diferencias morfológicas con taxones relacionados, y entender la variabilidad morfológica de *G.durieni* es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones iniciales. En primer lugar, dentro del género (Levichev, 2005; Wolfe, 1998), y particularmente en *G.durieni* existe una fuerte variación morfológica asociada al medio, a la edad funcional, periodo funcional o fenológico y a la presión ambiental del entorno (Peruzzi & Tisson, 2006; 2007; Tison *et al.* 2012).

Además, las diferencias morfológicas se acentúan cuando no existen suficientes materiales en las colecciones de herbario o dichas colecciones son incompletas (Levichev, 1999; Zarrei & Zarre, 2005; Ferrer, 2007; Tison, 2009). Entre los caracteres morfológicos que se pueden perder durante el proceso de prensado destaca la morfología de hojas basales que es muy variable dentro del género y además se ha utilizado en la descripción de numerosas especies. También se pueden perder la morfología de las anteras, del estilo, de las brácteas, o el color de los tépalos.

En muchas ocasiones los materiales en campo revelan características que se pierden durante el proceso de prensado, pero que nos ayudan a comprender el comportamiento del taxón, por ello es necesario realizar recolecciones más completas, buscando toda la diversidad posible dentro de las poblaciones, y realizar observaciones en plantas vivas (Levichev 1999; Peruzzi *et al.* , 2008; Tison, 2009; Tison *et al.*, 2012), haciendo anotaciones en campo sobre todo del comportamiento de reproducción asexual, y que nos ayuden a comprender su desarrollo ontogénico.

Recientemente, el material peninsular ha sido incluido dentro de variabilidad de *G. foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schultes & Schultes fil. (López, 2013), sin embargo, el mismo autor reconoce las diferencias que existe dentro de la variabilidad del grupo, asignando el rango de subespecie a *G. durieni* [sub. *Gagea foliosa* subsp. *durieni* (Parl.) G. López], segregando el taxon por el diámetro de hojas basales y tamaño del estilo, y haciendo una acertada descripción del taxon.

Ciertamente, estamos de acuerdo con el autor en la difícil segregación de determinados materiales, especialmente con materiales que corresponden *G. elliptica* (A.Terracc.) Prain. [apud. *G. foliosa* subsp. *elliptica* A. Terracc. in López (2013)] en el centro peninsular, dónde es posible que ocurran fenómenos de hibridación debido a la proximidad filogenética entre éstos taxones, sin embargo, junto con otros autores contemporáneos consideramos que *G.durieni* debe mantener el rango de especie (Tison *et al.* 2012; Peterson *et al.* 2019).

Para apoyar nuestra decisión, y la segregación dentro de la variabilidad de *G. foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schultes & Schultes fil. el material peninsular, no solo se lleva a cabo un estudio morfológico (sintetizado en Tabla 1), sino que además, recurrimos a otros estudios adicionales que han demostrado ser significativos en el género como son, el estudio del desarrollo ontogénico o estudios anatómicos.

<i>Taxon</i>	<i>G. duriei</i>	<i>G. elíptica</i>	<i>G. foliosa</i>	<i>G. chrysantha</i>	<i>G. soleirolii</i>
Tamaño planta	2,5-16 (19) cm	7-18 (22) cm	8-13 (14,5) cm	5,5-16 cm	3-12 cm
Raíces	Induradas a no induradas	Induradas a ligeramente induradas	No induradas	No induradas	No induradas
Bulbilo de reemplazo	2-4	1-2	1	1	1 a numerosos
Bulbilos asexuales aéreos (en floración)	Si (ocasionalmente, a veces pedunculados)	NO	SI (a menudo 1 solitario)	NO	NO
Hojas basales	Ancho máximo 0,8 (1) mm. Filiformes, sección circulares o ligeramente abarquilladas	Ancho máximo 1,2 (1,5) mm. Ligeramente abarquilladas a subtrigonas	Ancho máximo hasta 3mm Lineales	Ancho hasta 2 mm. Abarquilladas a lineales	Ancho hasta 1, 5 mm. Subfiliformes a abarquilladas.
Hojas caulinares (número)	1-4 alternas	(1) 2 alternas	2 alternas	2 subopuestas u opuestas	2 alternas
Pubescencia en pedúnculo floral	Glabro, a glabrescente (pelosidad esporádica)	Glabro	Glabrescente a ligeramente pubescente	Glabro, hasta 5 cm	Glabro
Tipo de inflorescencia	Simple o doble o triplemente ramificada	Simple o doblemente ramificada	Simple	Simple o ramificada	Simple
Tépalo	Lanceolado u ovado-lanceolado, ápice agudo, longitud hasta 9,5 (12) mm. Coloreado en margen con máculas purpúreas	Lanceolado u ovado lanceolado, ápice agudo o redondeado, longitud hasta 11 mm	Lanceolado. Presencia de pelos tectores en el margen y envés de tépalos	Ovado u ovado-lanceolado, hasta 14 mm	Lanceolado, ápice agudo u ovado, longitud hasta 12 mm
Tamaño estilo	2-3 mm	3-3,5 mm	3-3,8 mm	3,5-4,5 mm	3-4 mm

Tabla 1. Caracteres morfológicos destacables entre *G. duriei*, *G. elíptica*, *G. foliosa*, *G. chrysantha* y *G. soleirolii*.

Desarrollo ontogénico:

El desarrollo ontogénico observado en *G. duriei* nos pone de manifiesto que en las poblaciones se pueden encontrar individuos muy diversos en relación a la estructura floral o el número de flores o su capacidad reproductora (ver figura 2).

Desde el punto de vista reproductor es notoria la presencia de la reproducción asexual a través de bulbilos aéreos, o de reemplazo asociados al conjunto bulboso (Levichev, 1999; Gargano *et al.*, 2007; López, 2013; Schnittler *et al.*, 2008, 2013). En *G. duriei*, los estudios de campo nos revelan la presencia de varios bulbilos de reemplazo subterráneos del mismo año, entre 2-4. En cuanto a los bulbilos aéreos, dependiendo del estado funcional y de las condiciones ambientales destaca la

presencia individuos, con bulbillos aéreos, en ejemplares, siempre vivíparos, de número variable, generalmente 2-6 bulbillos, que además, pueden completan el ciclo de reproducción sexual. En la misma población, podemos encontrar individuos que solamente generan cuerpos reproductores, y no completan el ciclo de reproducción sexual, y que a simple vista permanecen a nivel del suelo, generalmente pedunculados, originados antes de la floración, que la literatura tradicional denomina cluster o cuerpos bulbíferos (Levichev, 1999; Tison *et al.*, 2012).

En cuanto a los individuos floríferos, durante el primer año se desarrollan individuos con sólo una hoja basal filiforme, de sección, cilíndrica, y a partir del segundo año, generan individuos con flores con 2 hojas caulinares, que en años consecutivos, pueden desarrollar inflorescencias más o menos ramificadas, pudiendo ramificar en todas las hojas caulinares (ver figura 2), en esos casos, varía notablemente la morfología de la primera hoja caulinar.

Estudios anatómicos:

Los estudios anatómicas revelan importantes diferencias entre los taxones estudiados, destacando la sección de hojas basales como elementos diferenciadores. En *G. durieui* los individuos jóvenes presentan hojas basales homogéneas de sección cilíndrica, homomórficas.

En el segundo año, ejemplares maduros, con plena formación, especialmente, aquellos ejemplares más robustos con inflorescencias ramificadas, presentan hojas basales dimórficas, tanto en altura como en grosor, de sección cilíndricas a semicilíndricas. A partir del tercer año es posible observar individuos de 2 o más flores, con hojas basales subiguales, de sección dimórfica, la primera hoja basal, de sección cilíndrica a semicilíndrica, solamente observado con 3 haces vasculares dispuestos en forma de Y, y la segunda hoja basal, la sección suele ser depresa obovada, acanalada, generalmente con 3 principales haces vasculares, siempre dispuestos en forma de Y, ocasionalmente distinguiéndose 3 haces vasculares principales y dos secundarios (Radford *et al.*, 1974). Estos estudios se completan con otros estudios anatómicos realizados en el complejo *G. foliosa* (Gutiérrez *et al.*, 2011; Gutiérrez, 2020 in litt.), segregando definitivamente *G. durieui* de este complejo (Tabla 2).

<i>Taxon</i>	<i>G. durieui</i>		<i>G. elliptica</i>		<i>G. foliosa</i>	
	<i>Hoja basal 1</i>	<i>Hoja basal 2</i>	<i>Hoja basal 1</i>	<i>Hoja basal 2</i>	<i>Hoja basal 1</i>	<i>Hoja basal 2</i>
<i>Forma de la sección</i>	Cilíndrica o semicilíndrica	Semicilíndrica a depresa obovada	Obovada a abarquillada, acanalada	Abarquillada, fuertemente acanalada	Lineal, levemente acanalada	Lineal a abarquillada, ligeramente acanalada
<i>Nº haces vasculares (+ secundarios ocasional)</i>	3	3+2	3+2	5	5+2	5

Tabla 2. Diferencias anatómicas de secciones transversales en hojas basales entre *G. durieui*, *G. elliptica*, y *G. foliosa*.

Además caracterizamos la sección anatómica de *G. durieu* en varias poblaciones (n=20), los cortes presenta una superficie epidérmica cubierta de una capa delgada de células, interrumpida por los estomas, con células prismáticas a redondeadas, de 3-5(5,5) x 2,5-4 μm , con la parte externa provista de una pared más engrosada y la interna de pared más fina; con una cutícula externa de 1,5-2,5 μm ; aleatoriamente aparecen células de paredes laterales escalonadas, a modo de células bulliformes, de 4-5 μm , agrupadas de 2-4. Parénquima formado por células de contorno redondeado y tamaño medio (7)9-10 x 7,5-12 μm en la zona proximal a la epidermis y mesófilo formado por células desde redondeadas a irregulares y de tamaño mayor, de 8-12(14) x 8-12 μm en la zona interna o próxima a los haces vasculares, que en la maduración pueden romperse formando espacios huecos. Haces vasculares generalmente tres, homogéneos, situados en el centro de la sección y distribuidos de forma en forma de Y, el floema dispuesto hacia el interior y con más de 15 células y el xilema dispuesto hacia el exterior con más de 15 células.

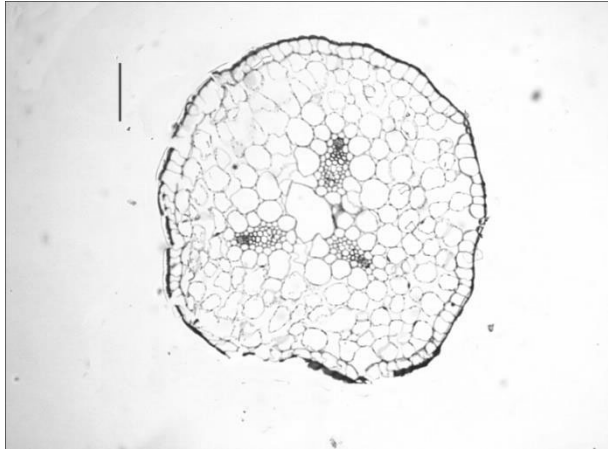
Variaciones infraespecíficas

Apoyándonos en las consideraciones previas y atendiendo a los estudios anteriores que consideraron algunos taxones infraespecíficos dentro de *G. durieu*, podemos indicar que buena parte de los taxones infraespecíficos previamente descritos se corresponden a variaciones morfológicas locales, que tiene continuidad dentro del rango de variación de la especie. Sin embargo, el estudio detallado de la morfología y anatomía de los materiales nos ha puesto de manifiesto que se pueden segregar al menos tres grupos de individuos:

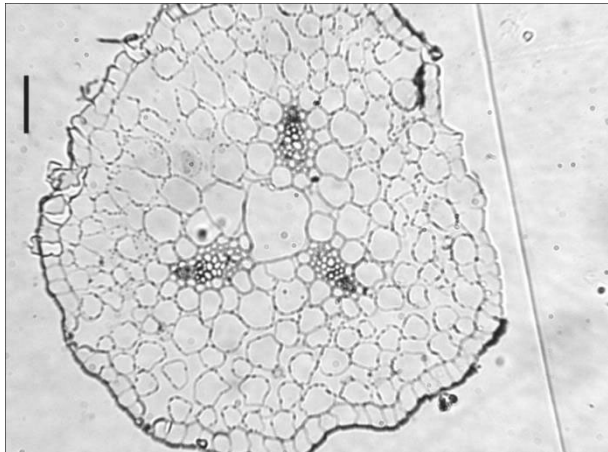
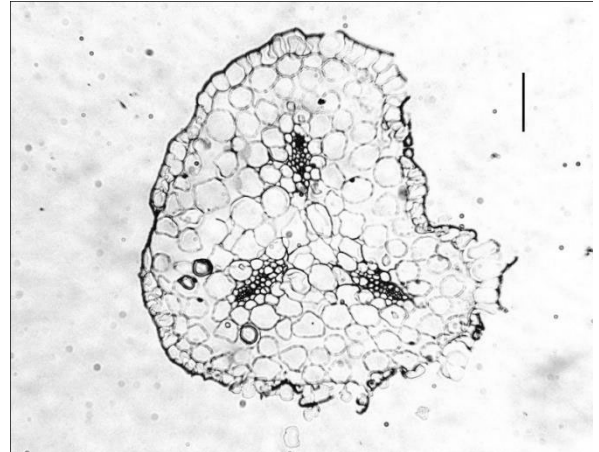
1.- Tallos de hasta 3,2-16(19) cm. Hojas basales filiformes, homogéneas, que sobrepasan las inflorescencias, de 0,3-1(1,3) mm de sección dimórficas, de abarquilladas a semicilíndricas, con 3-5 nervios. Hojas caulinares 2-4 generalmente, la primera setácea, mientras que la segunda aguda, de base ensanchada y las dos sobrepasan la inflorescencia. Las flores dispuestas en una inflorescencia simple o ramificada, cuando ramificada con ramas a partir de la primera hoja caulinar con 1-18(22) flores suspendidas de un pedúnculo de 1-4,7 cm; provistas de tépalos de hasta 11 mm, que viven en las zonas montañas próximas a la costa del SE de la Península Ibérica y NW de África(Fig. 5).

2.- Tallos de hasta (2,2)3-8(10) cm. Hojas basales homogéneas, que pueden sobrepasar o no la inflorescencia, de 0,2-0,6 (0,8) mm de sección dimórficas, de cilíndrica a semicilíndrica, con 3 nervios. Hojas caulinares 1-3, la primera aguda, al igual que la segunda, de base ligeramente ensanchada, nunca sobrepasan la inflorescencia. Las flores dispuestas en una inflorescencia simple con 1-3(4) flores suspendidas de un pedúnculo de hasta 2 cm; provistas de tépalos de hasta 9,5 mm, que viven en las zonas montañas con afloramientos rocosos del SE de la Península Ibérica y NW de África (Figura 6a).

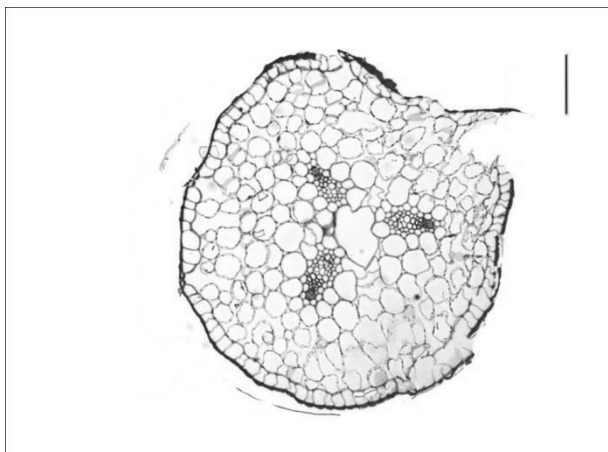
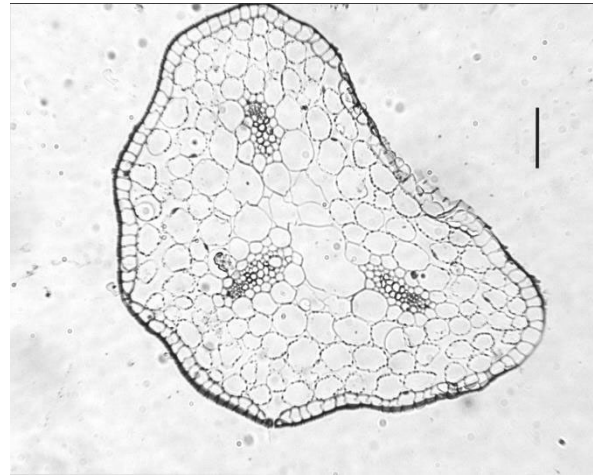
3.- Tallos de 5-10,5 cm. Hojas basales homogéneas, que sobrepasan la inflorescencia, de 0,3-0,6 mm de sección dimórficas, de semicilíndrica a depresamente obovada, con 3-5 nervios. Hojas caulinares 2-3, la primera setácea, de base ensanchada, que puede sobrepasar o no la inflorescencia, siempre con grupitos de bulbillos asexuales vivíparos, a veces pedunculados. Las flores dispuestas en una inflorescencia simple o ramificada, generalmente umbeliforme, con (1)2-6(8) flores suspendidas de un pedúnculo de 2- 5,2 cm; provistas de tépalos de hasta 11 mm, que viven en las zonas montañas del SE de la Península Ibérica y NW de África (Figura7b).



A004



A007



A009

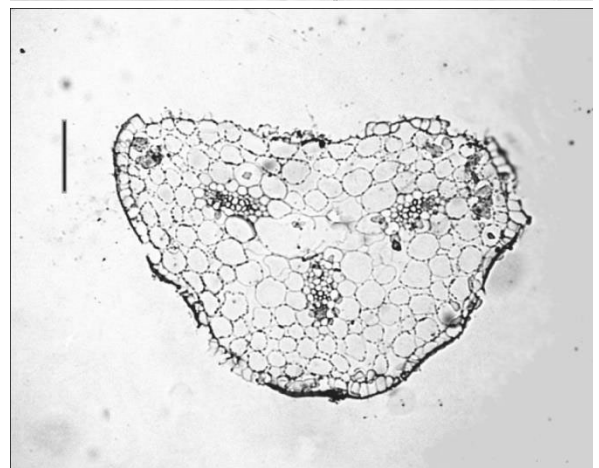


Fig. 1.- Sección transversal de hojas basales de *Gagea durieui* Parl. (1 hoja basal menor, 2 hoja basal mayor en ejemplares maduros), en diferentes poblaciones estudiadas (A004: HS, Ma: Sierra de Málaga; A007: HS, Ma: Sierra de Mijas; A009: Ma: Alora, proximidades).

Las poblaciones del primer grupo se ajusta plenamente a la lamina 45 bis de Durieu (1849), designada como tipo, y se puede decir que son las plantas robustas a las que hace referencian diferentes autores (Tison, 2004; 2009) para evidenciar la diversidad morfológica de *G. durieni* Parl.

Las plantas que se integran en el segundo grupo es lo que para algunos autores se ha denominado *G. iberica* A.Terracc., o *G. durieni* var. *iberica* (A.Terracc.) López (Ferrer, 2007). Sin embargo, la descripción de *G. iberica* A.Terracc., integraban a materiales de los dos primeros grupos discriminados. Por este último motivo las plantas del segundo grupo no se pueden asignar plenamente al nombre *G. iberica* A.Terracc. Es por ello, que *G. iberica* A.Terracc., es considerado *nom. inval.* (López, 2013).

En el tercer grupo encontramos plantas que además disponen grupos de bulbilos asexuales vivíparos numerosos. Es necesario indicar que en poblaciones esporádicas de *G. durieni*, pueden aparecer bulbilos axilares en la primera hoja caulinar, pero siempre son bulbilos de grupos reducidos de 2-4 (6), a menudo no vivíparos, mientras que en este grupo aparecen grupos de bulbilos axilares muy numerosos, siempre vivíparos, en la primera hoja caulinar y además, a veces en la segunda.

Cuando evaluamos todos los caracteres y grupos definidos dependiendo de su posición topográfica y distribución geográfica, nos encontramos que las poblaciones del primer grupo se encuentran distribuidas por toda el área conocida de *G. durieni*; las del segundo aparecen esporádicas en las zonas más próximas a la costa del SE de España y NW de África; mientras que el tercer grupo aparece esporádico en las zonas montanas de Benidor (Almería), Murcia y Marruecos. La distribución irregular y compartida en algunos casos (Barranco de Caballar (Almería); Oran (Argelia) para estos grupos, las diferencias morfológicas encontradas y la existencia de barreras reproductoras entre ellos (comparte hábitat, pero no época de floración (los ejemplares de los grupos 2 y 3 suelen florecer después que los ejemplares del grupo 1) nos hace concluir, que los ejemplares de cada grupo deberían ser taxones con categoría de subespecie. Por este motivo se realiza la siguiente propuesta:

1. *Gagea durieni* Parl.

- a. (Grupo 1)=*G. durieni* subsp. *durieni*
- b. (Grupo 2)=*G. durieni* subsp. *magrebensis* subsp. nov.
- c. (Grupo 3)=*G. durieni* var. *luentina* subsp. nov.

4. Propuesta taxonómica y claves

Finalmente y una vez comentados todos los elementos de variación encontrados y estudiados buena parte de los tipos, hacemos la siguiente propuesta taxonómica:

1. *Gagea durieni* Parl., *Fl. Ital.* (Parlatore) 2(2): 426. 1857.

1.a. *G. durieni* subsp. *durieni* Parl.

1.b. *G. durieni* subsp. *magrebensis* M.Gutiérrez & F.M. Vázquez *subsp. nov.*

1.c. *G. durieni* var. *luentina* M. Gutiérrez & F.M. Vázquez *var. nov.*

La clave que nos permite identificar a *G. durieni* del resto de taxones con los que se ha confundido y las subespecies que se proponen es la siguiente:

Clave diagnóstica para separar las especies relacionadas con *G. durieui* y su diversidad infraespecífica.

- 1.- Hojas caulinares en el tercio superior, opuestas o subopuestas..... ***G. chrysantha***
 1- Hojas caulinares alternas..... **2**
- 2.- Hojas basales de sección cilíndrica, depresamente obovadas a ligeramente abarquilladas..... **4**
 2.- Hojas basales de sección plana, a fuertemente abarquilladas o subtrigonas..... **3**
- 3.- Hojas basales abarquilladas a subtrigonas de hasta 1,5 (1,8) mm de grosor, claramente acanaladas. Pedicelos glabros..... ***G. elliptica***
 3. Hojas basales planas, de sección lineal o abarquillada, levemente acanalada de hasta 4 mm de grosor. Pedicelos pubescente a glabrescente..... ***G. foliosa***
- 4.- Estilo de hasta 2,8 (3) mm. Filamentos de los estambres ensanchados. En ocasiones hojas caulinares con bulbillos axilares. De dos a cuatro hojas caulinares..... **5**
 4.- Estilo de más de 3 mm. Filamentos de los estambres lineales, solo ensanchado en la base. Hojas caulinares sin bulbillos axilares. Generalmente dos hojas caulinares..... ***G. soleirolii***
- 5.- Hojas caulinares 2-3(4) que superan o igualan la inflorescencia, setáceas, al menos la primera hoja caulinar. Primera hoja caulinar con 5-7 haces vasculares. Inflorescencias ramificadas o simples con (1) 2-10(12) flores **6**
 5.- Hojas caulinares 1-2(3) por debajo de la inflorescencia, agudas, con 3 (5) haces vasculares. Inflorescencias simples con 1-4(6) flores..... ***G. durieui* subsp. *magrebensis***
5. Plantas con grupos numerosos de bulbillos axilares vivíparos axilares. Flores suspendidas en pedúnculos de más de 2 cm, en inflorescencias corimbiformes..... ***G. durieui* var. *lucentina***
 5.- Plantas sin bulbillos axilares vivíparos, ocasionalmente con bulbillos asexuales axilares no vivíparos, solitarios o poco numerosos. Flores suspendidas en pedúnculos de (0,5)1-4,7 cm, inflorescencias ramiformes o corimbiformes..... ***G. durieui* subsp. *durieui***

Gagea durieui* Parl., *Fl. Ital. (Parlatore) 2(2): 426. 1857. In observ.

- Gagea durieui* Parl. ex Trab., Batt. & Trab., *Fl. Algérie Monocot.*: 73. 1895.
Gagea iberica A. Terracc., *Boll. Soc. Orto Palermo* 2(3): 6. 1904, *nom. inval.*
Gagea distans Pascher, *Stiz.-Ber. Deutsch. Naturw.-Med. Ver. Böhm*, «*Lotos*», n. ser. 52: 118-119. 1904.
 (lectype assigned here: Z27507)
Gagea chrysantha Durieu, *Expl. Scit. L'Algérie (Atlas)*, tab, 45b. 1849, non Schult.f., *Syst. Veg.*, ed. 15 bis [Roemer & Schultes] 7(1): 545. 1829.
G. chrysantha Coss., *An., Sci. Nat. (ser 3^a)*, 19: 94.1853, non Schult.f., *Syst. Veg.*, ed. 15 bis [Roemer & Schultes] 7(1): 545. 1829.
Gagea durieui subsp. *iberica* (A. Terracc.) A. Terracc., *Bol. Soc. Aragonesa Ci. Nat.* 4: 245. 1905.
Gagea foliosa subsp. *durieui* (Parl.) G. López in Castrov & al (eds). *Fl. Iber.* 20:38.2013
Gagea durieui f. *heterostilia* C. Pau in *herbarium* MA 20452!
Gagea durieui var. *hispanica* Sagredo, *Fl. Almeria*: 16,1987, *nom. inval.*
Gagea durieui subsp. *iberica* var. *elongata* A. Terracc., *Bol. Soc. Aragonesa Ci. Nat.* 4: 247. 1905.
Gagea durieui var. *iberica* G. López in *herbarium* B! y BC 76656
Gagea nevadensis auct., *pl.*, non Boissier, E. in *Elench. Pl. Nov.* 85. 1838.
Gagea polymorpha auct. *pl.*, non Boissier, E. in *Voy. Bot. Espagne* 2: 611 1845.
Gagea soleirolii auct. *hisp.*, non Mutel in *Fl. Franç.* (Mutel) 3: 298. 1836.

Descripción: Plantas 2-16 (19) cm, con tallo simple o ramificado con 1-2(3) ramas floríferas, glabro, de coloración verde a verde-amarillento cuando joven, en la maduración con punteaduras purpúreas o grisáceas o hasta homogéneamente purpúreo; liso en la base y a partir del tercio inferior suavemente acanalado. Raíces que salen próximas a la base del bulbilo de reemplazo, varían desde no induradas a induradas, de coloración blanquecinas, poco ramificadas, que llega a cubrir en algunas ocasiones al bulbo. Bulbo de 3-7 x 2-4 mm, coloración blanquecina a anaranjada, y cubierto de túnicas de consistencia membranosa, más o menos flexibles de color ocre a marrón pardusco. Adherido a la zona basal de las hojas basales y apoyado en la parte superior del bulbo existe un bulbilo de reemplazo de 1,5-3 (4) x 0,8-3 mm, con la superficie desde rugoso-foveada, a foveada, el ápice redondeado a agudo, y base de redondeada (truncada) a aguda, de morfología gutiforme a redondeado y coloración marrón claro a marrón-purpúreo. Cuando joven la coloración es amarillento-anaranjada, y la superficie lisa a ligeramente rugosa. Hojas basales 2, de subiguales a claramente dimórficas, filiformes, de (2,8) 4-16 (18) cm en la zona media de sección cilíndrica, semicilíndrica a depresamente obovada, de x 0,3-1 (1,2) mm. Al menos una de las hojas basales mantiene carácter cilíndrico con 3 haces nerviosos dispuestos en Y. Hojas caulinares en número de (1)2-3(4); la inferior de (1)1,5- 16 (22) cm x (0,6) 1- 2,5 (3,2) mm en la zona más ancha, de setácea a lanceolada, lineal cuando jóvenes, de ápice agudo a setáceo; la segunda hoja caulinar de 0,8-6 (7,7) cm x 0,5 -2 (2,5) mm, en la zona más ancha, con la base plana, de morfología lineal-lanceolada, y tercio apical atenuado, ápice agudo, igual o más corta que la inflorescencia. Ocasionalmente con bulbillos de multiplicación vegetativa en las axilas de la primera hoja caulinar, distribuidos en grupos de 4-8, con morfología rugosa, más pequeños que los bulbillos de reemplazo, de 0,5-1 mm, y con morfología similar a los alojados en el ápice del bulbo. Inflorescencia de 6-16 cm, simple o ramificada desde la primera hoja caulinar; con (0)1-10 (12) flores; cuando simple las flores dispuestas en el tercio superior, formando un corimbo; cuando compuestas las flores aparecen en inflorescencia ramificadas con 1-2(3) ramas, que sale del axila de las hojas caulinares, no coincidiendo nunca la aparición de ramas y presencia de bulbillos. Brácteas florales en número variable, de 2-4(6), con el margen ciliado, localizadas en la base de los pedúnculos florales, de 0,2-2 cm x 0,2-1,5mm las inferiores, lineales o lanceoladas, agudas; las superiores lineales, agudas. Las flores se distribuyen de forma dicotómica en cada rama de la inflorescencia, apoyadas en un pedúnculo de 1-4,7 cm, liso o ligeramente acanalado, glabro. Las flores con dos verticilos de tépalos homogéneos, desde oblongo-ovados a lanceolados, glabros, ocasionalmente con pelos dispersos en el envés; de 5-11(12) x (1) 1,5-3 (3,2) mm, de ápice anchamente redondeado a estrechamente redondeado, ocasionalmente agudos, con 3 nervios habitualmente no prominentes en el envés, ocasionalmente prominente el central, de color verde amarillento a amarillento, de tonalidades verdosas, a veces, los tépalos externos tienen los márgenes maculados, liso u homogéneamente teñidos de púrpura, con nectarios semicilíndricas, dispuestos en el tercio basal. El androceo dispuesto en dos verticilos habitualmente idénticos en morfología, pueden variar en el tamaño de filamento desarrollando diferentes alturas en los distintos verticilos en algunas poblaciones. Los filamentos pueden alcanzar los 4,5 mm, son ensanchados y de margen membranoso desde la base hasta el tercio apical. Las anteras de 0,5 - 1,2 (1,5) mm, de ápice redondeado, ocasionalmente con un mucrón apical de hasta 0,05 mm. Los estambres son de 1/2 a 3/4 la longitud de los tépalos. Gineceo con un ovario formado por tres lóculos, con el ápice de cada lóculo recto a ligeramente cordado, de 2,5-4 x 1,5-3 mm; estilo de 1,5-3 mm, terminado en un estigma de recto a mazudo, con la superficie provista de mamelas muy heterogéneas en grosor y longitud, y margen lobulado. El fruto en cápsula de 5-6 (9) x 3-6 mm, con el ápice cordado, la superficie lisa a ligeramente rugosa, de color verde paja, a pardo, cuando está maduro. Semillas de 0,6-0,8

mm de ápice agudo, y base ligeramente atenuada, con la superficie reticulada, y de coloración pardusca. Floración II-III

Ecología: Espacios abiertos en zonas montanas, próximas a la costa o en lugares más o menos cerrados de bosques caducifolios con afloramientos rocosos, siempre sobre substratos calcáreos y en suelos ricos y con baja influencia humana. Suelen asentarse entre los 400-1400 msm.

Distribución: SE de la Península Ibérica (A, AL, CA, GR MA, MU, PM), N de Argelia, y C y N de Marruecos (Mapa 1).

Observaciones sobre *Gagea durieui* Parl.:

Los taxones infraespecíficos *Gagea durieui* var. *luxurians* A.Terracc, *Bull. Soc. Bot. France* 52(2): 20. 1905 (Lectotype: MPU!), y *Gagea durieui* f. *luxurians* (A.Terracc.) Maire in *Fl. Afr. Nord* V: 123. 1958. *comb. inval.*, se trata de taxones que se ajustan a la variabilidad de *G. elliptica* (A.Terracc.) Prain.

Variaciones infraespecíficas:

Gagea durieui* subsp. *durieui

Descripción:

Tallos de hasta 3,2-14 (16) cm. Hojas basales homogéneas, de (3)4-11 (16) cm, y 0,2- 1 (1,5) mm de sección. Hojas caulinares (1) 2-3(4), la primera de 2-18(22) cm, plana o ligeramente canaliculada en la cara abaxial, sobrepasando la inflorescencia. Las flores dispuestas en una inflorescencia ramificada, con ramas a partir de la primera hoja caulinar con (1) 2-10(12) flores provistas de pedúnculo de hasta 4,7 cm y tépalos de hasta 11 mm, ocasionalmente teñidos de púrpura en el ápice. Recuento cromosómico $2n= 28$ (Mijas)

Ecología: Matorrales y bosques sobre substratos calizos.

Distribución:

SE de Península Ibérica y NW de Africa. Esp.: AL, CA, GR, MA, PM. Argelia: Orán.

***Gagea durieui* var. *luentina* M. Gutiérrez & F.M. Vázquez var. nov.**

Synonymous:

Gagea durieui var. *latifolia* A. Terracc., *nom. ined.*

Gagea durieui f. *anomala*, *nom. ined.*

Diagnosis: *Species Iberian meridionalis incola similis Gagea durieui* var. *durieui* *differt pedunculis longissimo nec brevis (>2cm), et folia caulinaris cum bulbitis viviparum, et inflorescência corimbiformis.*

Holotypus: A: Benidorm, Sierra Helada, 06-02-1979, en praderas húmedas con *Arisarum vulgare*. Leg. A. Rigual. Exs. Flora Luentina – Rigual (MA 372386/372375)

Sintypus: MARRUECOS: Exsiccata “Plantae in Imperio Maroccano oriental”/ n° 293 *Gagea durieui* Parl./ A.B.E Wilczek, J. Briquet et D. Dutoit (2 april-1 maj.) 1928/ et Emberger (14-26 april)/ additis nonnullisab J. Briquer usque ad 20 Jul. et in Algeria oriensi collectae/ Series Briquet/ Env. de Debdou: replans húmedes des roches de la Kasbah de Debou, 900m, 5 avril 1928 (G-Herb Delessert).

Descripción: Tallos de 5-10,5 cm. Hojas basales homogéneas, de 6-13 cm, de 0,6 mm de sección. Hojas caulinares 2-3, la primera de 3 -9 cm, sobrepasa o iguala a la inflorescencia. Las flores dispuestas en una inflorescencia simple, generalmente corimbiforme, con 1-6 (8) flores provistas de un pedúnculo de más de 2 cm, hasta 5,2 cm, y tépalos de hasta 11 mm, lanceolados u ovado-lanceolados, de 1,5-2,5 mm de ancho, a veces ápices maculados. II-III. Ecología: Roquedos y praderas húmedas, 900-1300 msm.

Distribución: SE Península Ibérica: A, MU; y MO: Debdou.

***Gagea durieui* subsp. *magrebensis* M.Gutiérrez & F.M.Vázquez subsp. nov.**

Gagea iberica A. Terracc., *Boll. Soc. Orto Palermo* 2(3): 6. 1904. p.p. nom. inval.

Gagea iberica f. *tenuissima* A.Terracc., in *Herbarium* MA 20501!

Diagnosis: *Species Iberian meridionalis et Africa septentrionalis incola similis Gagea durieni subsp. durieui differt inflorescentia simplex nec racemos, folia caulinaris breve nec longissima et tepalis brevis (<9 mm) nec longo (<10 mm).*

Holotypus: Málaga, Sierra de Málaga, 22-2-2009, 30SUF77, 280-300 msm., Pinar-encinar, acompañado de algarrobos, con suelos pizarrosos, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40501/ 40517; UNEX s/n); Alhaurín de la Torre, proximidades, 22-2-2009, 30SUF55, 200-250 msm., Roquedos sobre suelos calizos, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40497/ 40498 /40499 /40500; UNEX s/n).

Descripción: Tallos de hasta (2,2) 3-10 cm. Hojas basales homogéneas, de (2,8) 4-10 cm, de 0,2-0,6 (0,8) mm de sección. Hojas caulinares (1)2(3), la primera de (1) 1,5-4 (6) cm, fuertemente canaliculada en la cara abaxial, nunca sobrepasa la inflorescencia, con 3 (-5) haces vasculares. Las flores dispuestas en una inflorescencia simple con 1-3(4) flores provistas de un pedúnculo de 1-2 cm, y tépalos de hasta 9 mm, maculados o teñidos de púrpura en el margen. (Recuento cromosómico $2n=24$ Málaga, Alhaurín)

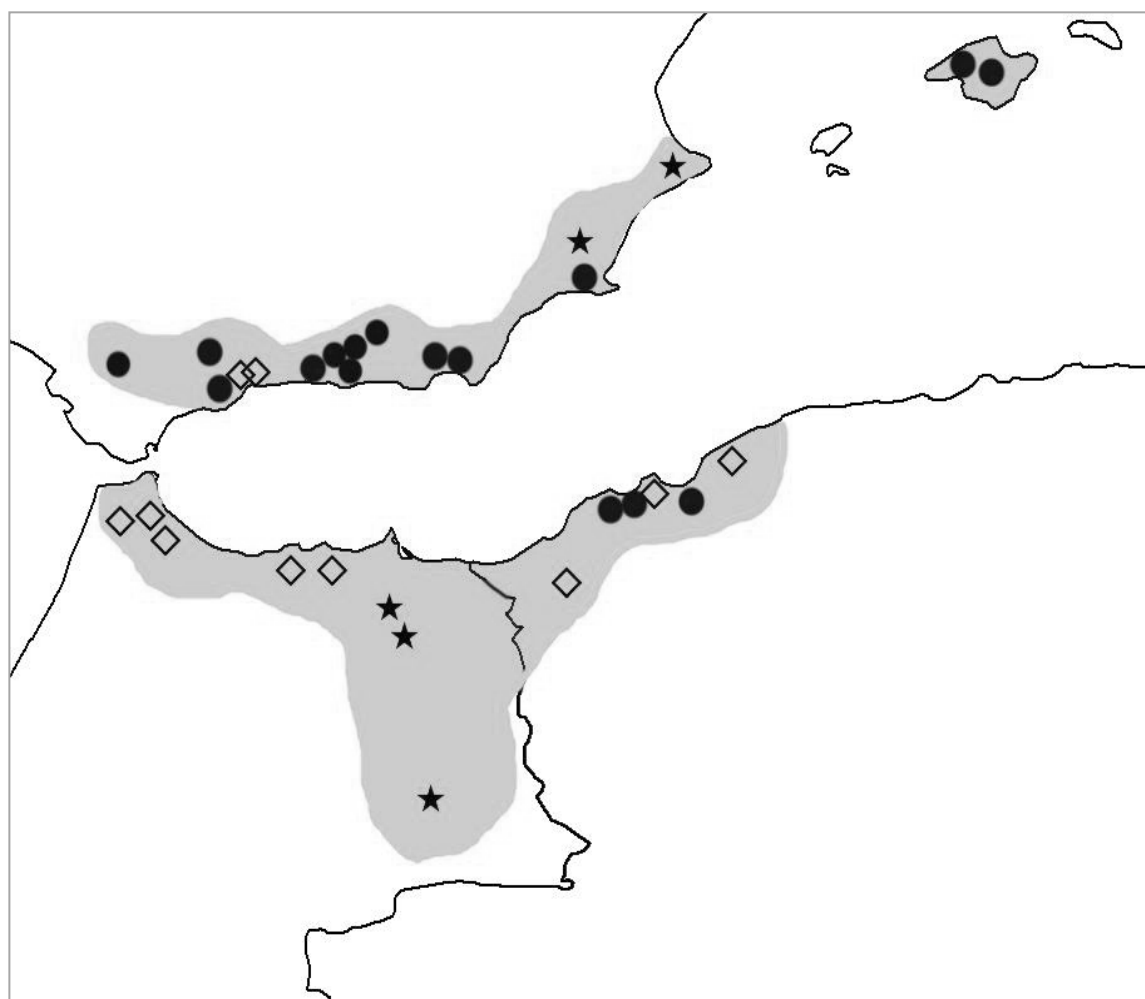
Ecología: Roquedos y sierras calcáreas próximas a la costa.

Distribución: Sierras calcáreas del Sur Peninsular, y Norte de Argelia y Marruecos. Esp.: MA. MO: Rif, Argelia: Orán.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración y ayuda de los conservadores de los herbarios: FI, G, HSS, MA, MAF, MPU, UNEX, Pérez Chiscano, Y Z.

Mapa:



Mapa 1: Distribución de *Gagea durieni* Parl. ● *Gagea durieni* subsp. *durieni*,
◇ *Gagea durieni* subsp. *maorebensis*. ★ *Gagea durieni* var. *luentina*.



Fig 2. - Iconografía de *Gagea durieni* subsp. *durieni* Parl.. (R.Muñoz)



Fig. 3.- Iconografía de *Gagea duriensis* subsp. *magrebensis* M.Gutiérrez & F. M. Vázquez (R.Muñoz)

6. Bibliografía

- Battandier, J.A. & Trabut, C.T. (1884). *Fl. Algérie Monocot.*. [Ancienne flore d'Alger transformée], contenant la description de toutes les plantes signalées jusqu'à ce jour comme spontanées en Algérie: Monocotylédones par Louis Trabut, Paris, J.-B. Baillière et fils, 1895, [1]: 166-167.
- Boissier, P.-E. (1882). *Flora orientalis*, 1:203-211.[Flora Orientalis : sive, Enumeratio plantarum in Oriente a Graecia et Aegypto ad Indiae fines hucusque observatarum] Basileae :H. Georg,1867-1884.
- Bolós, O & Vigo, J. (2001). *Gagea* Salisb. In: O. Bolos & J. Vigo, *Flora dels Països Catalans*, IV: 72-78.
- Chaia H. & Dafni, A. (1971). Studies in the genus *Gagea* (Liliaceae) I. The Platyspermous species in Israel and neighbourin areas. *Israel Journal of Botany*, 20: 214-233.
- Durieu de Maisonneuve, M.C. (1850). Exploration scientifique d l'Algérie. Atlas. Plates 45 bis
- Ferrer, P.P. & Guara Requena, M. (2007). Especies del dénero *Gagea* Salisb. (Liliaceae) presentes en el Levante Peninsular Ibérico. *Lagascalia*, 27: 31-51.
- Gargano, D., Peruzzi, L., Caparelli, K, Cesca G. (2007). Preliminary observations on the reproductive strategies in five early-flowering species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae). *Bocconea* 21:349–358.
- GBIF, 2016. <http://data.gbif.org/species/> (15/01/2016)
- Govaerts, R. (2006). *Gagea* Salisb. In Govaerts, R., Dransfield, J., Zona, S.F, Hodel, D.R. & Henderson, A. (2006). World Checklist of Liliaceae. *The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens*, Kew. Published on the Internet; <http://www.kew.org/wcsp/> accessed 17 December 2006; 19:30 GMT.
- Guirao, M. A., P. Nieto & C. Fernández (1992). Nombres de plantas vasculares de Andalucía cuya taxonomía necesitaría estudio. *Blancoana*, 9: 8-20.
- Gutiérrez M. & Vázquez, F.M. (2011) *Gagea extremadurensis* sp. nov. (Liliaceae) nueva especie del SW de la Península Ibérica. *Folia Bot. Extremadur.*, 5: 45-61.
- Hamzaoglu, E., Budak, U., Aksoy, A. (2008). A New Species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from Sivas (Central Anatolia, Turkey). *Turk. J. Bot.*, 32:261-264.
- Igersheim, A. (1993). The character states of the Caribbean monotypic endemic *Strumfia* (Rubiaceae). *Nordic Journal of Botany*, 13: 545-559.
- Lazaro e Ibiza (1906). *Compendio de la Flora Española*. (I): 748-749
- Levichev I.G. (1999). The morphology of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) I. Subterranean organs. *Flora* 194: 379-392. (Levichev, I. G. (1999b). Zur Morphologie der Gattung *Gagea* Salisb. (Liliaceae). I. Die unterirdischen Organe. *Flora* 194: 379-392.)
- Levichev I.G. (2001). New species of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from western regions of Asia. *Turczanimowia*, 4(1-2): 5-35.
- Levichev, L. & Jezniakowsky, S. A. (2008). *Historia Gagearum Web Site*. <http://www.binran.ru/infsys/gagea/index-eng.html> (16.01.2008)
- Lopez, G., 2013, *Gagea* Salisb. in S. Talavera, C. Andrés, M. Arista, M.P. Fernández Piedra, E. Rico, M.B. Crespo, A. Quintanar, A. Herrero & C. Aedo, *et al.* . *Flora Ibérica*, Volumen XX, Liliaceae-Agavaceae: 22-74.
- Maire, R. (1958). *Gagea* Salisb. in Maire, D. R., Guinochet, M. & Quêzel, P. *Flore de l'Afrique du Nord*. (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara), V, Monocotyledonae: 107-127.
- McNeill, J., Barrie, F.R., Burdet, H.M., Demoulin, V., Hawksworth, D.L., Marhold, K., Nicolson, D.H., Prado, J., Silva, P.C., Skog, J.E., Wiersema, J.H. and Turland, N.J. (2006). *International Code of Botanical Nomenclature* (Vienna Code). *Regnum Vegetabile*, 146.
- Parlatore, F. (1852). *Flora italiana*, Vol. II (1852-1857): 418-431. Firenze : Tipografia Le Monnier
- Pascher, A. (1904). Übersicht über die Arten der Gattung *Gagea*. *Sitzungsber. Deutsch. Naturwiss.-Med. Vereins Böhmen «Lotos» Prag ser. 2*, 24: 109-131.
- Peruzzi L. (2003). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) sect. *Foliatae* A. Terracc. and synthesis of karyological data. *Caryologia*, 56(1): 115-128.
- Peruzzi, L. (2008). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae). III. New of karyological data from the central Mediterranean area. *Caryologia* 61 (1): 92–106.
- Peruzzi, L. & Tison, J. M.(2004). Verso una revision biosistemática del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italia. Un nuovo tipo di approccio. *Informatore Botanico Italiano* 36 (2): 470-475.
- Peruzzi, L. & Tison, J. M. (2006). Typification of the names and taxonomic status of six taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) conserved at Firenze (FI). *Candollea* 61: 293-303.
- Peruzzi, L. & Tison J. M. (2007). Typification of seven critical Mediterranean *Gagea* Salisb. (Liliaceae) taxa. *Candollea* 62: 173– 188.
- Peruzzi, L., Caparelli, K. F. & Cesca, G. (2007). Contribution to the systematic knowledge of the genus *Ornithogalum* L. (*Hyacinthaceae*) : morpho-anatomical variability of the leaves among different taxa. *Bocconea*: 21: 257-265.
- Peruzzi, L., Tison, J.-M., Peterson, A. & Peterson, J. (2008). On the phylogenetic position and taxonomic value of *Gagea trinervia* (Viv.) Greuter and *Gagea* sect. *Anthericoides* A. Terracc. (Liliaceae). *Taxon*, 57 (4): 1201–1214.

- Peterson, A. Harpke, D. Peterson, J., Harpke, A., and Peruzzi, L. (2019). A pre-Miocene Irano-Turanian cradle: Origin and diversification of the species-rich monocot genus *Gagea* (Liliaceae). *Ecology and Evolution*. 9: 5870–5890.
- Pignatti S. (1982). *Gagea* Salisb. in *Flora d'Italia*, Vol. 3: 352-356.
- Richardson, I.B.K. (1980). *Gagea* Salisb. In Tutin et al. *Alismaceae to Orchidaceae* (Monocotyledones), *Flora Europaea*. Vol. 5: 26-28.
- Radford, A. E., et al. (1974). *Vascular Plant Systematics*. Harper & Row, New York, 891 pp
- Sagredo, A. (1987). *Flora de Almería*. Plantas Vasculares de la Provincia. Diputación Provincial de Almería.
- Schnittler, M., Pfeiffer, T., Harter, D. & Hamann, A. (2008). Bulbils contra seeds: reproductive investment in two species of *Gagea* (Liliaceae). *Plant Syst. Evol.*, 279: 29-40
- Schnittler, M, Peterson A., Peterson, J., Beisenovad, S., Bersimbaevd, R.I., & Pfeiffer T. (2013). Minor differences with big consequences: Reproductive patterns in the genus *Gagea* (Liliaceae). *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. 208, 10–12: 591–598.
- Stafleu, F. A. & Cowan, R.S. (1983). *Taxonomic Literature. A selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types*. Volume 4: P-Sak. 1983. *Regnum Vegetabile*, Vol. 110. IX, 1214 pp
- Stroh, G. (1937). Die gattung *Gagea* Salisb. *Beibefte Botanisches Zentralblatt*. 57 (2): 485-520.
- Terracciano A. (1906). *Gagearum* species florae orientalis. *Bulletin de l'Herbier Boissier, Sér. 2* 6: 105–120.
- Terracciano A. (1904). *Gagearum* novarum diagnoses. *Boll. Soc. Orticola di Palermo* II (4): 1-7.
- Terracciano, A. (1905A). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola. *Bol. Soc. Aragon. Ci. Nat.* 4: 188-253.
- Terracciano, A. (1905b) (30 – Octubre). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola, Palermo, 65.pp.
- Terracciano A. (1905c). Les espèces du genre *Gagea* dans la flore de l'Afrique boréale. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 52, *Mém.* 2: 1-26.
- Thiers, B. (2016). [continuously updated]. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- Tison, J. M. (2001). Tipificación de *Gagea cossoniana* Pascher, *Gagea fragifera* (Vill.) Ehr. Bayer & G López et *Gagea maroccana* (A. Terrac) Sennen & Mauricio. *Candollea* 56: 197 – 202.
- Tison, J. M. (2002). *Gagea* Salisb. In Valdes, B., M. Rejdali, A. Achhal El Kadmiri, J. E. Skog, P. Trehane, N. J. Turland, J. L. Jury & J. M. Monserrat (eds.), *Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, incluant des clés d'identification. Checklist of vascular plants of N Morocco with identification keys* 2: 855-856. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid.
- Tison, J.M. (2004a). Contribution à la connaissance du genre *Gagea* Salisb. (Liliaceae) en Afrique du Nord. *Lagascalia* 24: 67-87.
- Tison, J. M. (2004b). *Gagea polidorii*, espèce méconnue du sud-ouest des Alpes et des Apennins. *Acta Bot. Gallica* 151 (3): 319-326.
- Tison, J. M. (2004c). Identité et situation taxonomique de *Gagea polymorpha* Boiss. *Candollea* 59: 109-117.
- Tison, J. M. (2009). An update of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in the Iberian Peninsula. *Lagascalia* 29: 7-22.
- Tison, J.M, Peterson, A., Harpke, D. & Peruzzi, L. (2012). Reticulate evolution of the critical mediterranean *Gagea* sect. *Didymobulbos* (Liliaceae) and its taxonomic implications. *Plant Syst Evol* (2013[2012 on line]) 299: 413–438.
- Willkomm, H. M., & Lange, J.M. (1862). *Prodromus florae Hispanicae*. Volumen I: 217-218.
- Wolfe, L. M. (1998). Regulation of sex expression in desert and Mediterranean populations of an andromonoecious plant (*Gagea chlorantha*, Liliaceae). *Isr. J. Plant Sci.* 46:17-25.
- Zarrei, M., and Zarre, S. (2005). Pollen morphology of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Iran. *Flora* 200:96-108.
- Zarrei, M., Zarre, S., Wilkin, P. & Rix, M. (2007). Systematic revision of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Iran. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2007, 154, 559–588.
- Zarrei, M.; Wilkin, P.; Ingrouille, M.J.; Zarre, S. & Chase, M.W. (2010). The systematic importance of anatomical data in *Gagea* (Liliaceae) from the Flora Iranica area. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 164:155-177.
- Zhao, L.-Q., & Yang, L. (2006). *Gagea daqingshanensis* (Liliaceae) a new species from Inner Mongolia, China. *Ann. Bot. Fennici* 43: 223 - 224.
- Zhao, Y.-Z., Zhao, L.-Q. (2004). *Gagea chinensis* (Liliaceae), a new species from Inner Mongolia, China. *Ann. Bot. Fennici*, 41: 297-298.

Apéndice I. Material estudiado

Gagea chrysantha (Jan) Schult. f.

ITALIA:

SICILIA: Ficuzza, 1825, Jan, s.n. G. (FI)

Lectotype assigned by Peruzzi & Tison, (2007). Exs. Todaro Flora Sicula n° 1343/ *Gagea chrysantha* Schult. Syst. Veg. 7, p. 545/ In apricis montosis-Ficuzza/ Aprili / Legit. Todaro..Boschi, M. Cappelliere, prope Ficuzza, 5/IX/1900, leg. Terracciano (FI)-Luconia, Potenza, in silva Aria Silvana alt. 1200m, 14-IV-1925, leg. O.Gavioli (Herb. Gavioli) (MA 20509)

GRECIA:

ATTICA: Exsiccata B. Tunta Plantae exic. Florae Hellenicae n° 26/ *Gagea amblyopetala* Boiss & Hedr./ Attica in reg. Abiet. Mt. Parnethis (l.d. Kormila) rar. Alt. 4000/ legit. Dr. B. Tutans /30-12-Mart-1985 (MA 20410)

Gagea durieui Parl.

ARGELIA:

Exsiccata Un. Agric. Sig 1852 / *Gagea chrysantha* / Argelia/ mars-mai, 1852, coteaux poison's/ legit Durando "Herb. Mouillefarine" (MPU-Maire)

ORAN: Exsiccata B. Balansa, Pl, D'Algerie, 1852/ n° 226 *Gagea chrysantha* R.S. (mans. Dur. Nom.)/G. duriaei Parl. (manus.)/ Foret Muley-Ismael,/ 30-janvier (MPU-Herb. Rayneval (four above exemplars)). Djebel Santo (Oran), IV-1921, creux des roches, leg. Ch. d'Alleizette "Plantes D'Algerie" (MA 20456/MPU). Orán, 1851, voir cent. de B. Balansa (MPU-Herb. A. de Rayneval [four above exemplars]).

Ibidem; , leg. Pomel "Herbier de L'Afrique du Nord" (MPU-Maire). Ibidem, mars 1884, leg. O. Debeaux (rev. mans. Terracciano "*Gagea durieui* (Parl.) Terrac.") (MPU). Ibidem, trans des roches, (rev. mans. Terracciano "*Gagea durieui* (Parl.) Terrac.") (MPU-Herb. Battandier). Ibidem; , St. Louis, leg. Pomel, "Herb. Pomel" (MPU-Maire). Ravins argileux à Saïda (prov. d' Orán), 12 martii 1872, legit Warrion, (rev. mans. A. Terrac "*Gagea durieui* Parl.!)» (MPU); Ibidem; Ravin de Noisieux, IV-1917, creux des roches, leg. Ch. d'Alleizette "Plantes D'Algerie-Alleizette" (G-Herb Saint-Lager / G-Herb. Pitard-Briau). Ravin de Minerghin?, 2-III-1914(sub. *Gagea duriaei*) (MPU-Herb. Battandier)

ESPAÑA:

ALICANTE: Sierra de Bernia, 28-III-1993, 30SYH58, comunidades terofíticas (Helianthemetea guttati), Leg. et Det. R. Pérez Badía (MAF 150305)

ALMERÍA: Exsiccata Iter Hispanicum 1879/n° 521 *Gagea polyporpha* Boiss./ Regum Granatense, locis glareosis umbrosis in pratibus superioribus Barranco del Caballar, pr. Almeria /5-IV./ leg Huter Pota & Rigo/ (rev. manus. A. Terracciano "*Gagea iberica* A. Terrac., n. sp. próximo G. nevadensis..../ 07/10/1904/ A. Terrac") (G165866).

Exsiccata Iter Hispanicum 1879/n° 521 *Gagea polyporpha* Boiss./ Regum Granatense, locis glareosis umbrosis in pratibus superioribus Barranco del Caballar, pr. Almeria /5-IV./ leg Huter Pota & Rigo/ (rev. manus. A. Terrac. "*Gagea iberica* A. Terrac. n. sp. (molto próxima cum G. nevadensis). A. Terracciano") (MPU 12544)

Exsiccata Iter Hispanicum 1879/n° 521 *Gagea polyporpha* Boiss./ Regum Granatense, locis glareosis umbrosis in pratibus superioribus Barranco del Caballar, pr. Almeria /5-IV./ leg Huter Pota & Rigo/ (rev. manus. A. Terracciano "*Gagea 194iberica* A. Terrac., n. sp./V/1904 /A. Terrac") / (rev. mans. G. López "*Gagea iberica* A. Terrac. /Typus. 16-X-1991") (FI)

Exsiccata Iter Hispanicum 1879/n° 521 *Gagea polyporpha* Boiss./ Regum Granatense, locis glareosis umbrosis in pratibus superioribus Barranco del Caballar, pr. Almeria /5-IV./ leg Huter Pota & Rigo/ (rev. manus Greuter: "*Gagea durieui* Parl. subsp iberica A. Terrac. (=G. distans Pascher) Syntipus./ VIII-1963") (Z27507) (propuesto como lectotipo de *G. distans* Pascher).

Exsiccata "Société Pour L'Echange des Plantes Vasculares de L'Europe et du Bassin Méditerranéen"/ n° 11877 *Gagea iberica* A. Terrac./ Barranco Caballar/ 6-IV-1921/leg. E. Gros/ Det. C. Pau. (G 294004)

Almería, 19/3/1976, Leg. J.L. Pérez Chiscano (Herb. Pérez Chiscano n° 2082).

IBIDEM, marzo, leg. B. Lázaro (sub *Gagea iberica* Parl|[*Gagea durieui* Terrac]) (rev. mans. A. Terrac: "*Gagea durieui* (Parl.)A. Terrac"/30-IX-1904/A.Terrac.") (MAF 34307) (acompañado de *G. reverchonii* Degen)

IBIDEM, III-1944, sierra, lugares frescos, leg. Hno. Jerónimo (MAF 82007)

Barranco de Caballar, 6-IV-1921, leg. E. Gros, Institutum Botanicum Barcinonense (G 223971/ MA20451)

Cabo de Gata, 6-III-1921, in umbrosis, 0-450 m., leg. Gros, det. C.Pau (sub *G.durieui* f. heterostylia) (MA 20452)

CARTAGENA Y ALMERIA: Exsiccata II Iter Hispanicum 1890/n° 40 *Gagea polyporpha* Boiss./ Cartagena et Almeria, locis petrosis, umbrosis, solo schistoso, 100-300 m. / (martio-aprili,/ leg Porta et Rigo,/ (rev. manus. A. Terracciano " *Gagea iberica* A. Terrac. n. sp. A. Terracciano /determ anno 1904") (G-BUR 1, 2,

G165831 y B10 0271755). Cartagena et Almería, locis petrosis umbrosis, sol. Schistoso 100-300 m, 3/4/90, leg. Porta et Rigo (iter) (Indeterminado texto) "*Gagea polymorpha*" (rev. mans. Greuter "*Gagea durieui* Parl. subsp. iberica Terr./ (= *G. distans* Pasch) *Syntipus* (Berlín!)/ VII/1963, rev. det. W. Greuter") (Z-000027507)

GRANADA: Almuñecar, Cerro Gordo, ctra. A Canarrián, 3-III-2006, entre roquedos calizos, 30SVF3066, Leg. G. Muñoz & M. T. Vizoso, det. C. Morales (rev. mans. F.B. Navarro "*Gagea durieui* (Parl.) Batt. & Trab./ 19/04/2007") (GDA 51599)

MALAGA: Alora, proximidades, 22-2-2009, 30SUF47, 300 msm., Roquedos y olivares, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40481/40482/40483); Mijas, Sierra de Mijas, 22-2-2009, 30SUT97, 800-900 msm., Roquedos y encinar, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40518/ 40519/ 40520/ 40521/ 40522).

MALLORCA: Ctra. Palma-Manacor (c. 175), a 5 Km. Del Museo del Vidrio S. XVIII, prox. A Algaida, 24-III-1988, lat. 39, 61° long. 2,91°, leg. A. Ortega & M.C. Viera, det. MC.Viera (UNEX 34784-1). Exsiccata Plantas de Baleares-Ferrer / n° 73 *Gagea durieui* Parl./ Mallorca/ 8-III-1947/ rarísimo, solo conocida de Bellver y difícil de hallar/ leg. Pau Ferrer (MAF 34353/8229). Exsiccata Plantas de Baleares-Ferrer / n° 73 *Gagea durieui* Parl./ Mallorca: Bellver/ 8-III-1947/ rarísimo / leg. Palau Ferrer (GDA 37558). Bellver, 28-II-1943, leg. Palau Ferrer "*Flora Majoricense*" (sub. *Gagea soleirolii* Schultz.) (rev. mans. G. López "*Gagea durieui* Parl. ex Batt. & Trabut/ VI-96") (MA 20485).

MURCIA: Cartagena, maio 1909, leg. Jimenez, "*Caroli Pau herbarium hispanicum*" (sub. *Gagea iberica* A. Terracciano!) (G-BUR). Exsiccata Plantes d'Espagne-F. Sennen / n°1368 / *Gagea iberica* A. Terra. (ex Pau)/ Murcia: Cartagena a El Gallufo/ III-1909/ leg. F. de P. Jimenez. (G-BUR).

***Gagea durieui* var. *luentina* M. Gutiérrez & F. M. Vázquez**

ESPAÑA:

MURCIA: Sierra del Puerto de Garruchal près Murcia, leg. E. Bourgeau, 28 Mars, 1852. Pl. D'Espagne. E. Bourgeau. (G-Herb. De Candolle; FI-WEBB 183395)

ALICANTE: Base de la Sierra Helada (Benidorm), 22-II-1980, en praderitas humdas con *Origanum vulgare*, leg. A. Rigual, Flora Luentina (sub. *Gagea durieui* f. *vestita* Faire & Maire) (MA 372375/372386); Ibídem; 6-II-1979, en praderitas de la base de los despeñaperros con bastante humedad, leg. Rigual, Flora Luentina (sub. *Gagea durieui* f. *vestita* Faire & Maire) (MA 372386)

MARRUECOS: Exsiccata "*Plantae in Imperio Maroccano oriental*" / n° 293 *Gagea durieui* Parl./ A.B.E Wilczek, J. Briquet et D. Dutoit (2 april-1 maj.) 1928/ et Emberger (14-26 april)/ additis nonnullisab J. Briquer usque ad 20 Jul. et in Algeria oriensi collectae/ Series Briquet/ Env. de Debdou: replans humides des roches de la Kasbah de Debou, 900m, 5 avril 1928 (G-Herb Delessert); Ibídem; G-Herb Delessert (rocaïlles dominant de Camp Roumens, 100-1200m, 4 avril 1928); Ibídem; Dj. Kel-El-Abiod sur Florich, replats des roches du versant N; G-Herb Delessert (1300m, 10 avril 1928)). Debdou, 03-04-1928, garigues, 1050 m, leg. E. Wilczek, Herb. De L'Afrique du Nord (sub. *Gagea duriaei* Parl. forma *anomala*) (MPU-Maire). Ifer Ghar-Roudán, leg. G. Bouban, 1919. Herb. Pomel (MPU-Maire)

***Gagea durieui* Parl. subsp. *magrebensis* M. Gutiérrez & F. M. Vázquez**

ARGELIA:

ORÁN: Exsiccata B. Balansa, Pl, D'Algerie, 1852/ n° 226 *Gagea chrysantha* R.S. (mans. Dur. nom.)/ *G. duriaei* Parl. (manus.)/ Foret Muley-Ismael, / 30-janvier (MPU-Herb. Rayneval, MPU, FI-WEB 183396, G-DC). Exsiccata B. Balansa, Pl, D'Algerie, 1851/ n° 130 *Gagea chrysantha* R.S/ Mostagem/ sur les couteaux incultes/ 19-mars/ leg. B.Balansa (FI-WEBB 183397/ FI-Martelli/ G/MPU-MAIRE Herb. Schaenefeld/ MPU Herb. A. de Rayneval/ MPU). Oran, ravin d' Oran, 03-1852, leg. Balansa," Herb. E. Cosson, 1854" (sub. *Gagea chrysantha* Roem & Sch.) (FI-WEBB) (Epitype designated by Peruzzi & Tison, 2007). Pelouses des montagenes de Tlemen, 10-03-1874, leg. Warion, Plantes de la Province d'Oran (sub. *Gagea chrysantha* R. & S) (FI-Herb. Levieb.)

ESPAÑA:

ALMERÍA: Exsiccata Pl. Espagne-Sennen/ n°8308/ *Gagea durieui* Parl./ Almería, Barranco de la Sierra/ II y III-1932/ leg. Hno. Jeronimo, " Exsicc." (G-Delessert)

MÁLAGA: Alhaurín de la Torre, proximidades, 22-2-2009, 30SUF55, 200-250 msm., Roquedos sobre suelos calizos, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40497/ 40498 /40499 /40500; UNEX s/n). Alora, proximidades, 22-2-2009, 30SUF47, 300 msm., Roquedos y olivares, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40484/ 40491/ 40492/ 40493/40494; UNEX s/n); Málaga, Sierra de Málaga, 22-2-2009, 30SUF77, 280-300 msm., Pinar-encinar, acompañado de algarrobos, con suelos pizarrosos, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40501/ 40517; UNEX s/n). Málaga in aridis petrosis, 12-III-1890, leg. E. Reverchon (rev. mans. A. Terrac. "*Gagea nevadensis* Boiss" (sub *Gagea polymorpha* var. *nevadensis* Boiss), Herb. Willkom. (COI 50768). Ibídem; à la sierra, 10-III-1890, lieux arides calcaïres, rare, leg E. Reverchon, Plantes de l'Andalusie n° 502" (MA20449) nota A. Terrac. "var. intermedia A. Terrac, intermédia inter *G. nevadensis* et *G. foliosa*". Nota

Vicioso “*Gagea dureiuei* Parl. subsp. *iberica* A.Terrac, vide Terracciano, ver. Monogr. p. 246”. Ibídem, Sierra de Málaga, lieux arides sur le calcaire, rare 12.II.1890, Reverchon, “Plantes de l’Andalousie n° 502/505” (sub. *G. nevadensis* Boiss) (G, G Herb. Micheli, G Herb Aysse).

MARRUECOS:

Exsiccata Iter maroccanum Dr. Font Quer/ n° 79/ *Gagea dureiuei* Parl./ Hab. In declivibus argillosis Djebel Hamman (Bocíoia)/ 01-04-1929/ 370m. alt.; 1 aprilis/ leg. Dr. Font Quer. (G /GDA 37545). Exsiccata Plantes d’Espagne-Sennen”/ n° 8035/ Tafersit, Tamarid/ 7-III-1931/ coteaux schisteux et alluvions/ leg. Hno. Mauricio (G-ex herb. Delessert); Marruecos: 8: Chefchaouen Asifane, 15-03-1995, suelos ácidos, 680msm, lat. 35° 08’ N log. 4° 59’W, leg. M.A. Mateos, M.C. Reina, G. Sangalli, N. Sardón & B. Valdés, det. M. A. Mateos, “Floristic Biodiversity of Northern Morocco” (SEV 156596); Rehamna: j. Lakhdar, 04-III-1953, sur le oroupe versant N; plus rare sur le sommet, leg. Ch. Sauvage n° 9986, det. Ch. Sauvage “Institut Scientifique Chérifien-Rabat Herbier” (Estação Melhoramento de Plantas Elvas 3715). Massif du Khatonat, 17-02-1946, leg. J. Gattefosse, det. Maire, “Herb. De L’Afrique du Nord” (MPU)

***Gagea elliptica* A. Terrac.**

ESPAÑA:

BADAJOS (Ba): Monesterio, puerto de las Marismas, 23-3-2006, 29SQC41, en encinares, pinares y eucaliptos con matorral de *Halimium halimifolium* (L) Willk, Leg. Aguilar, J. Blanco & F. M. Vázquez (sub. *Gagea foliosa* Schult) (HSS 27795).

CÁCERES (Cc): Castañar de Ibor, Ctra de Castañar de Ibor a Bohonal de Ibor, EX118, proximidades del Km 36, 12-3-2009, 30STJ99, 700-850 msm., Suelos cuarcíticos con presencia de calizas alternas, leg. A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 40669); Villareal de San Carlos, Parque Nacional de Monfragüe, 12-3-2009, 29SQE51, Roquedos graníticos, leg. A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 40623 /40624).

CIUDAD REAL (CR): Almodovar del Campo, proximidades depósito de agua, 2- 3-2008, 30SVH98, 750-830 msm., Encinar-olivar sobre roquedos, leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS36237); Piedrabuena, camino a Casas de Valcorchete. Embalse de la Peralosa, 2- 3- 2008, 30SUJ92, 680 msm., leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 36180).

***Gagea polymorpha* Boiss.**

ESPAÑA: MÁLAGA (G): *Aspartan montosis elatioribus*, et prope Alora in petraeis, 1838, leg Haenseler (sub. *G. polymorpha* Boiss) (G 165084) [Lectotype designated by Burdet *et al.* , 1982, (conf. Tison, 2004)].

***Gagea soleirolii* Schultz. ex Mutel**

ESPAÑA: GERONA: Exsiccata Plantes d’Espagne-Sennen”/ n° 441/ Capdella, pelouses entre Capdella et Mañanet/13-06-1907/ 230 msm./ leg. J. S. (FI)

ITALIA: CORSICA: Exsc. Societé Dauphinoise, 1878/ n° 1844/ Monte Rotondo/ 4-6-1877/ pelouses humidis/ leg. Abb. Boullu (FI). Sierra di Scopaméme, Mont Coscione, 27-03-1881, prairies granitiques, leg. E. Reverchon, Herb. Hervier (FI). Exsc. Reverchon/ Plantes de la Corse/ n° 58/ Monte Rotondo (FI)

Material estudiado en estudios cariológicos (C) y anatómicos (A)

Gagea dureiuei* (Parl.) *supsp. dureiuei

MÁLAGA: Alora, proximidades, 22-2-2009, 30SUF47, 300 msm., Roquedos y olivares, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS- A003) (HSS C- 115 / Mijas, Sierra de Mijas, 22-2-2009, 30SUT97, 800-900 msm., Roquedos y encinar, Leg.M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS-A006/007) (HSS-C112/113).

***Gagea dureiuei* (Parl.) *supsp. magrebensis* subsp. nov**

MÁLAGA: Alhaurín de la Torre, proximidades, 22-2-2009, 30SUF55, 200-250 msm., Roquedos sobre suelos calizos, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS A-003); Alora, proximidades, 22-2-2009, 30SUF47, 300 msm., Roquedos y olivares, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS A-008) (HSS C-114); Málaga, Sierra de Málaga, 22-2-2009, 30SUF77, 280-300 msm. Pinar-encinar, acompañado de algarrobos, con suelos pizarrosos, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS- A004/005) (HSS-C 111).

Apéndice II: Detalle fotográfico



Imagen: S. Málaga



Imagen: Alora



Imagen Alora

1. Detalle de *G. duriei* subsp. *magrebensis* (Foto M. Gutiérrez)



2. Detalle de *G. duriei* Parl. (Foto M. Gutiérrez)

Fig. 4. Imágenes en campo de poblaciones peninsulares de *Gagea duriei* Parl. y *G. duriei* subsp. *magrebensis* (Foto M. Gutiérrez)

CAPÍTULO 6.9

Revision of *Gagea wilczekii* Braun.-Blaq. & Maire group.
(LILIACEAE) in North Africa and Iberian Peninsula

Revision of *Gagea wilczekii* Braun-Blanq.-& Maire group (LILIACEAE) in North Africa and the Iberian Peninsula

Summary:

A new revision is made in *Gagea wilczekii* Braun-Blanq. & Maire group, with representatives in Iberian Peninsula and North Africa. The review of these materials reveals the existence of a chorological novelty in the Iberian Peninsula, *G. dutoitii* Maire & Wilczek *enmend.* M. Gutiérrez, D. Abel & F. Llera. This taxon has been frequently confused with other related species of the *Didymobulbos* Boiss section: *G. algeriensis* Chabert, *G. cossoniana* Pascher, *G. subtrigona* J.M. Tison and *Gagea wilczekii* Braun-Blanq. & Maire, with which it has been contrasted. In this work we have included illustrations, keys, anatomical characters, and a discussion that justify these contributions.

Key words: Liliaceae, *Gagea*, Taxonomy, Iberian Peninsula, Africa, Anatomy, *Didymobulbos*.

Resumen:

Se realiza una nueva revisión dentro del grupo *Gagea wilczekii* Braun-Blanq. & Maire, con representantes en la Península Ibérica y Norte de África. La revisión de estos materiales muestra además la existencia de una novedad corológica para la Península Ibérica, *G. dutoitii* Maire & Wilczek *enmend.* M. Gutiérrez, D. Abel & F. Llera. Este taxon ha sido frecuentemente confundido con otros taxones relacionados dentro de la sección *Didymobulbos*: *G. algeriensis* Chabert, *G. cossoniana* Pascher, *G. subtrigona* J.M. Tison y *Gagea wilczekii* Braun-Blanq. & Maire, con las que ha sido contrastada. En el trabajo se incluyen ilustraciones, fotos, claves, caracteres anatómicos y discusión que justifican estas contribuciones.

Key words: Liliaceae, *Gagea*, Taxonomy, Iberian Peninsula, Africa, Anatomy, *Didymobulbos*.

Introduction

Gagea Salisb. is a long genus, with c. 300 species and more than 500 infraspecific indexed taxa (Levichev, 1999; Govaerts *et al.*, 2003; Peterson *et al.*, 2008; Tison & al., 2012). This is a genus with considerable controversial taxonomy, due to the low knowledge about his diversity, large phenotypic plasticity, diversity of reproductive strategies, hybridation, or absence of complete collections in herbaria, difficult access to material types and the inexistence of a large collection that could gauge the morphological diversity of every taxon (Levichev 1999; Ferrer *et al.*, 2007; Schnittler, *et al.*, 2008; Peterson *et al.*, 2008).

Recent studies are working on the review and extension of this genus, expanding the knowledge of some territories, reproductive strategies or diversity, describing new species (Levichev, 1999; Peruzzi *et al.*, 2007, Ferrer *et al.*, 2007, Peterson *et al.*, 2008, Gutiérrez *et al.*, 2009; Tison, 2009; Schnittler *et al.* 2008; Tison & al., 2012; López, 2013). Other recent works review the infrageneric division relying on morphological and molecular data (Peterson *et al.* 2009, 2011a; Zarrei *et al.* 2011a; Peruzzi 2012; Tison & al., 2012), classifying it in 14 accepted sections. Among them, the section *Didymobulbos* Koch, with c. 40 species, is the most diverse section of Mediterranean Basin, where the taxa studied in this work are included (Levichev 2006; Tison *et al.* 2012).

In Iberian Peninsula, taxonomic, diversity and complexity studies focused on this genus have seen an increase in the last 15 years. Today, around fourteen species are known in this area. The first revision was realized by Terracciano (1904, 1905a), describing 6 new taxa. Now, the expansion on the knowledge of some taxa are facilitated by recent studies: showing the recovery of forgotten taxa such as *Gagea wilczekii* Braun-Blanq. & Maire (Bayer & Lopez, 1988a), *G. lacaitae* A. Terrac. (Ferrer *et al.*, 2007; López, 2013), *G. cossoniana* Pascher (Gutiérrez & Vázquez, 2009), *G. ramulosa* A. Terrac. or *G. polymorpha* Boiss (Tison 2004b; Tison *et al.*, 2012); or describing new Iberian species like *G. subtrigona* J.M. Tison or *G. extremadurensis* M. Gutiérrez & F.M. Vázquez (Tison, 2009; M. Gutiérrez & F.M. Vázquez, 2011).

While in North Africa the first studies were conducted by Durieui (1848), who

recognized four different taxa and two new species (*G. fibrosa* DR and *G. circinata* DR.) in this area, and Parlatore (1845, 1856), who reported two new species (*G. granatelli* (Parl.) Parl., *G. durieui* Parl.). Further studies included new species like *G. algeriensis* A. Chabert ex Batt (Chabert, 1889; Battandier, 1899), *G. maroccana* Terrac. (Terracciano, 1905d), *G. wilczekii* Braun-Blaq. & Maire (Maire, 1925), or *G. dutoitii* Maire & Wilczek (Maire, 1931). Now, recent studies collected around 15 species in this area (Quezel & Santa, 1962; Tison, 2004a; Jury *et al.*, 2008; Medjahdi, 2009).

In both region it is possible to find shared or endemic species of *Gagea* genus, creating new taxonomical doubts. The possibility of the presence of typical North African species on the European continent is noted by several authors: Richardson (1980,) who cited *G. mauritanica* Durieu in Balears Isles and Molina *et al.* (1998) in South France; Bayer & López (1988a) with *G. wilczekii*; Tison (2004), who revealed the presence of *G. dubia* A. Terrac. (= *G. maroccana* A. Terrac.); or Gutiérrez & Vázquez (2009b), who showed the presence of *G. cossoniana* Pascher in South Iberian Peninsula, as well as Blanca *et al.* (2011), with *G. algeriensis* in Western of Iberian Peninsula.

By contrast, some European taxa are cited in North Africa, like *G. arvensis* (Pers.) Dumort (Battandier & Trabut, 1884; Quezel & Santa, 1963), *G. elliptica* (A. Terrac) Prain (Tison, 2002), *G. granatelli* (Parl.) Parl. (Durieui, 1848), *Gagea foliosa* (J. & C. Presl) Schultes & Schultes f. (Boissier, 1846; Jahandiez & Maire, 1931), *G. fragifera* (Vill.) E. Bayer & G. López (= *Gagea liotardii* (Sternberg) Schult. & Schult.f.) (Maire, 1928), *G. nevadensis* Boiss. (Fennane & Ibn Tattou, 1998; Tison, 2002), or *G. pratensis* (Pers.) Dumort (Tison, 2004), among others.

With all of them, the position of *G. wilczekii* Braun-Blaq & Maire, is remarked as an arguable taxon, and still with uncertainties today. *G. wilczekii* Braun-Blaq & Maire was described by Braun-Blanquet & Maire (1924) for the Moroccan Atlas (Braun-Blanquet & Maire, 1924). But knowledge of this species is relatively recent, as its description was confused with other species, *G. foliosa* Schult.f.. Although initially it was considered as a species endemic to the African continent, after the review of Bayer & López (1988a) the presence of *G. wilczekii* was revealed in Iberian Peninsula, confirmed by Tison (2004) and López (2013), and later revised by Tison & al. (2012) (sub. *G. cossoniana* Pascher). However, other materials of Iberian Peninsula are also questioned, like *G. wilczekii*, and it is possible their confusion with other species such as *Gagea polymorpha* (Bayer & Lopez, 1988b), *G. granatelli* (Parl.) Parl. group. [Terracciano, 1905; Bayer & Lopez, 1988a, 1988b; López 2013 (sub. *G. lacaitae*)], or the recently described species *G. subtrigona* (Tison, 2009), with *G. algeriensis* Chabert (Blanca *et al.*, 2011), or with the recently cited *G. cossoniana* Pascher (Gutiérrez & Vázquez 2009; Tison *et al.*, 2012).

And finally, *G. dutoitii*, Maire & Wilczek., *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* 1931, XXII. 318., was described over materials of limestone rocks of Debdou (Morocco), inside sect. *Fistolosae* Pascher, and later included *G. dutoitii* Maire & Wilczek. var. *antiatlantica* Maire, Weiller & Wilczek. Maire (1935). But numerous authors have forgotten it in later papers (Maire 1951; Quezel & Santa, 1963; Valdés *et al.*, 2002; López, 2013) or subordinate to another taxon (*apud. G. algeriensis*, Tison, 2004b).

In this situation, and showing these serious identification problems for some Iberian materials, specially related with *G. algeriensis*, *G. cossoniana*, *G. subtrigona*, *G. dutoitii*, or *G. wilczekii*, we propose as objective a new review of the Iberian and North African materials, anatomical character, and types, to confirm the presence of these taxa on the Iberian Peninsula and, specially, its diversity, taxonomic treatment, and study, as a possible «*emendavit*», taxon in this group.

Material and Method

To complete this objective, we have studied all type of materials preserved in herbaria COI, G, MPU, K, BM, FI, HSS, LAU, MA, MAF, GDA, GDAC, P, UEX and ZU (Thiers et al, 2016), in addition to a study carried out with all available materials on such herbaria. Also, we have been collecting materials on the Iberian Peninsula and Morocco, preserved in the herbarium HSS, allowing completing the morphological and anatomical studies, together with biometric and anatomical analysis.

We performed a deep morphological study with collected, cultivated and herbarium materials. The characters studied are listed in Table 1, building a data matrix with biometric-morpho-anatomical characters. This characters were selected by: previous works (Peruzzi *et al.*, 2008a; Tison & al., 2012), study of materials, potential phylogenetic relations inside Sect. *Didymobulbos*, and interesting characters to taxa inside *G. wilczekii* group. A total of 28 operational taxonomic units (OTU) were selected. The data matrix was analyzed using Ginkgo® Software under principal coordinates analysis (PCoA) to determine the main trends of variation, using various similarity and dissimilarity index (Jaquard and Gower's coefficient), and clustering by UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average) (Sneath & Sokal, 1973; Podani, 1999; Peruzzi *et al.*, 2007, 2008, 2011). And statical analysis of biometric data, was realized by SPSS® software.

Also, anatomical sections of fresh materials collected in African and Iberian Peninsula, or rehydrated materials, were treated with transverse free-hand sections, or fixed and embedded in historresin® (Leica Mycosystem), and then observed in optical microscope Leica DMRB (modif. of Johansen, 1940; Igersheim, 1993).

The study has been completed with a taxonomic review of the available taxa, including revision of names, types or some lectotypes.

Results:

Some characters used to segregate *G. dutoitii* of close taxa such as *G. algeriensis*, *G. cossoniana*, *G. subtrigona*, and *Gagea wilczekii*, has been mainly studied with morphological characters, biometric and anatomical studies.

The information obtained has been organized to evidence the most remarkable characters which could segregate the different taxa, with keys, photographs and illustrations to facilitate the understanding of each of the taxa found. It includes a new lectotypes, its description and anatomical, biometric data matrix and morphological characterization.

***Gagea dutoitii* enmend. M. Gutiérrez, D. Abel & F. Llera, comb. nov.**

Sinónimos:

≡ *G. mauritanica* var. *hispanica* Lange, *Pug. Pl. Hispan.* 1: 70. 1860

= *Gagea wilczekii* Braun-Blanq. & Maire, *Mem. Soc. Sc. Not. Maroc No. viii.* 175 (1924), nomen; et in *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 1925, xvi. 40.

New Diagnosis: *Platae utrique 20(-23) cm, glabrescente, 2 foliae raudical cum obocordata-triqueta crassa sectione, non canaliculatus, 2 foliae caulinae ovata et curtus. Inflorescentia simple vel corimbosa cum 1-5(9) florum, pedunculi piloso cum (2) 2,5- 3,5 (4) cm.*

Species Hispania in Regum Granatense, similis Gagea wilczekii et Gagea subtrigona, differt a G. wilczekii lamina inferior sectione, et G. subtrigona lamina inferior 2-3 mm, acanalate sectione, et caulinaris bulbiis. Gagea cossoniana scapus supero 5,5 cm et lamina inferior sectione.

Lectotypes proposed (photo in apex)

Lectotypus: MOROCCO: Plantae in Imperio maroccano orientali n° 79. Debdou, pentes caicloutenser sur Aïn-Tafrent, 8-IV-1928, c. 1500m., Leg. E. Wilczek, J. Briquet et D. Dutoit (MPU 02699) (lectotypus) (left exemplary)

Iso-lectotypus: MOROCCO: Plantae in Imperio maroccano orientali n° 79. Debdou, pentes pierrenses au Dessus d' Aïn-Tafrent, 8-IV-1928, c. 1500m., Leg. E. Wilczek (Ex Herbarium Université Laussane) (P-83321) (up exemplary)

Description:

Plants glaucous to green colour, and ((6,5) 7-14,5 cm long. Bulbous system with a ovate bulb, (7) 9- 12 (15) x (4) 5-8 mm. of size, and a reemployed bulbit with (3,5) 4 – 8 (9) x 2-3mm. of size, ovate, apiculate at the top, with a flange on the bottom, smooth, brown to dark brown. Roots not or very indurated, inserted in middle both bulbs. In bulbs grow two subequels basal leaves, with 7-21,5 (23) cm. long and 1,2-2,5 (2,8) mm to maximum section, and morphology obovate to triquete, crasse, sometimes fistulose.

Simple stem, rarely branched, with patent escape, acanalated and glabrous, (2) 2,5-7 (9,8) cm long., with two alternate, short, ovo-lanceolate, acuminate caulinar leaves, never over inflorescence. With two caulinar leaves, the first with (1,5) 2,5 - 7 (9,5) cm. long., and (2) 2,5 - 5(7)mm. maximum section, the morphology of vascular bundles stands out , parallel, unbranched, with 3 bigger vascular bundles on the abaxial side; and a second caulinar leaf with (1) 1,5-4 (5,5) cm. long. and 1-3,5 (4)mm. maximum section, and similar to first leaf. Not seen axilar cluster of bulbits on caulinar leaves.

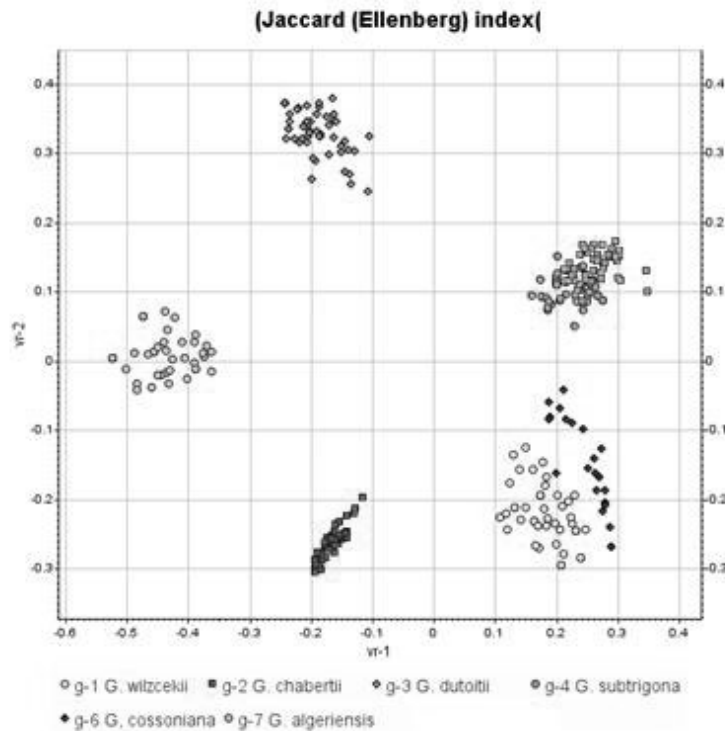
Simple inflorescence or corymbs, with (1) 2 -5 (7) flowers. Flower stalks (1,5) 2-3,5 (4,7) cm, glabrous to pilose, often hairy only at the top, at the base of the flowers. Flowers with ovate- obovate tepals, (9) 10-15 (16) x 2,5-3,5 (4)mm, yellowish, onside pubescent over central vascular bundle, and apex with defined and purple macules on the top. Vascular bundles in internal tepals are 3, not branched, in external tepals branched only in external vascular bundles, and only central vascular bundle end in apex. Anthers with filaments 5-7 (8) mm, and thecae 1,5-2 (3) mm. Style 3 - 5 (6)mm, very lobed stigma. Strongly chordate capsule apex. Sub-sphere to globose seeds.

A. Morphological characters and biometric studies

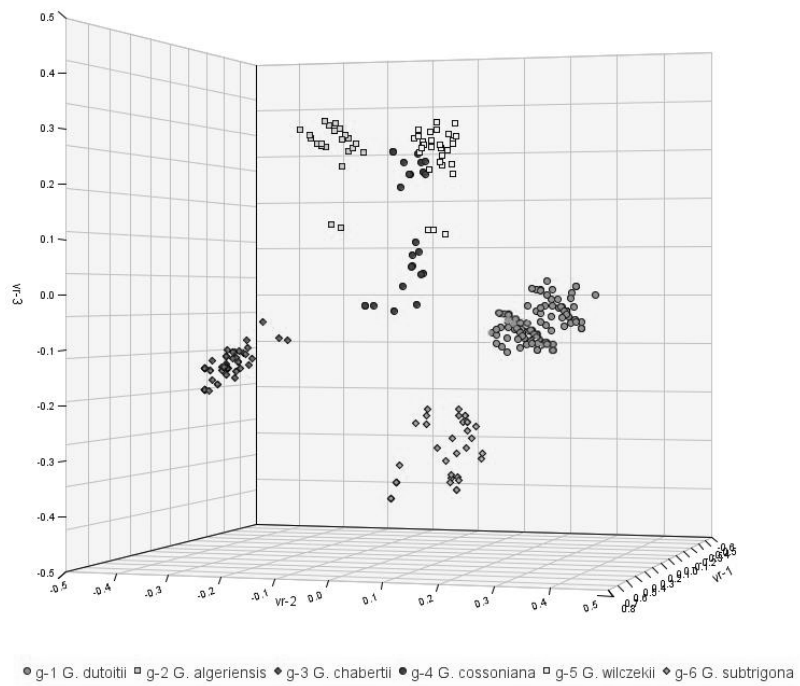
Statistical analysis of selected OTU (Table 1) reveals significant differences among some quantitative characters inside this group, as length of bulbit, length of floral peduncle, or length of tepals (Table 2 and Graphic 3). The Jaccard's distance index of similarity shows evident differences in the cluster matrix (Graphic 2), and Gower's coefficient analysis was used to compile a dendrogram showing the clustering of taxa at different levels on a scale of similarity (Graphic 2).

Axilar bulbils present	Yes / No	Opposite Cauline Leaves	Yes / No
Length plant (cm)	< 7,50 / 7,5 - 15 / < 15	Length 1 st caulinar leaves (cm)	<6,01/ 6 - 7,5/ > 7,5
Length scape (cm)	<4/ <4	Width 1 st caulinar leaves (cm)	<3,50/ 3,5 - 5/ > 5
Distance 1st-2nd caulinar leaves (cm)	<1,5/ >1,5	Length 2 nd caulinar leaves (cm)	< 2,50/ 2,5- 5/ > 5
Length Basal leaves (cm)	<10/ >10	Width 2 nd caulinar leaves (cm)	<1,5/ >1,5
Width Basal leaves (cm)	<2,5/ > 2,5	Number of flowers	<4/>4
Basal leaves erect during flowering	Yes / No	Length of greater peduncle (cm)	<2,5 / > 2,5
Flexuous basal leaves during flowering	Yes / No	Length of tepals (mm)	<10/ > 10
Channel-section basal leaves	Yes / No	Inflorescence umbelform	Yes / No
Trigone or subtrigone Basal Leaves Section	Yes / No	Inflorescence corymbform	Yes / No
V-shape in basal Leaves Section	Yes / No	Inflorescence racimiform	Yes / No
cylindrical or sub-cylindrical Basal Leaves Section	Yes / No	Anther length (mm)	<1,5/>1,5
Lineal Basal Leaves Section	Yes / No	Filament length (mm)	<6 / >6
Completely fistulose Basal Leaves Section	Yes / No	Style length (mm)	<3/ >3

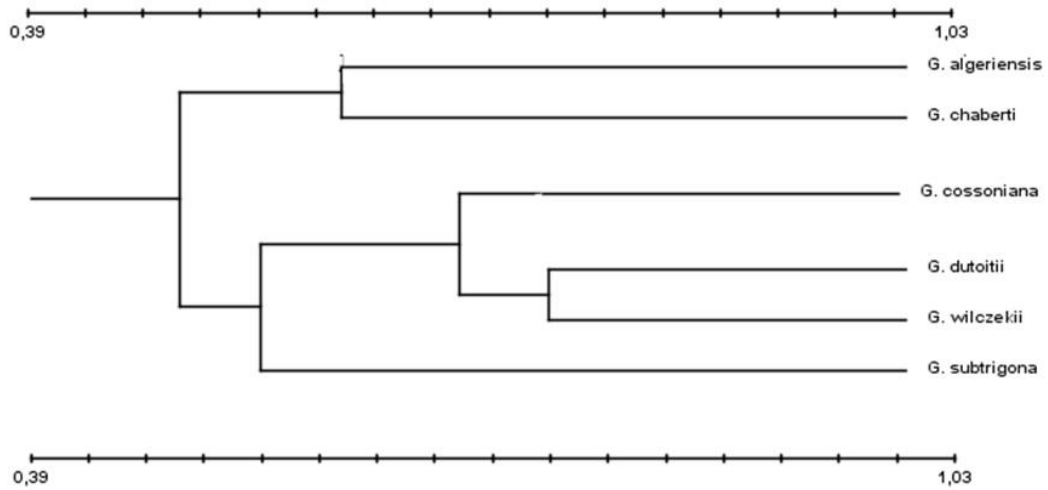
Table 1: Parameters and values included in data matrix with quantitative and qualitative characters, included in taxa of *G. wilczekii* group. Studied, as operational taxonomic units (OTU).



PCoA ([0] - ([1] - (Jaccard (Ellenberg) index(DATOS WILC binarios_selecc.txt)))(Real Coordinates)



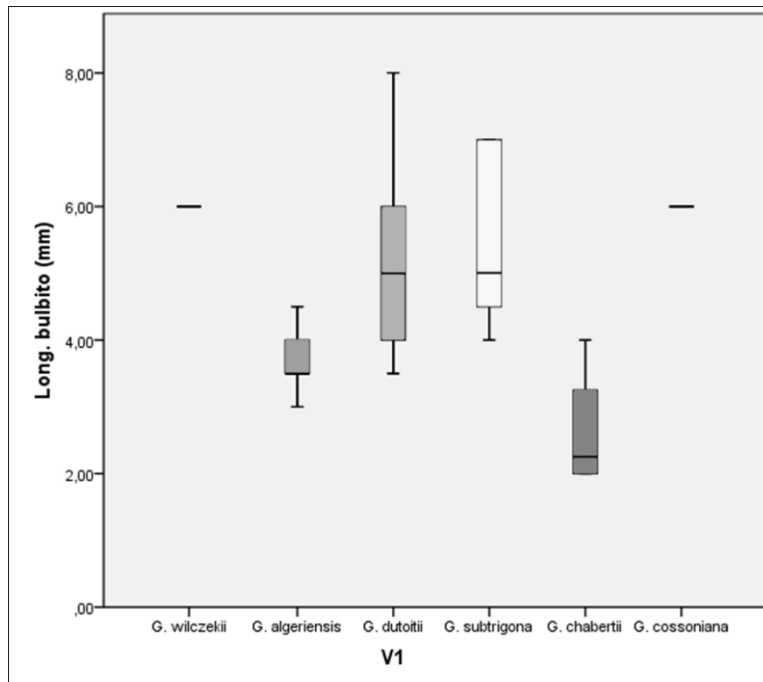
Graphic 1: UPGMA of Jaccard's indices Similarity and Disimilarity



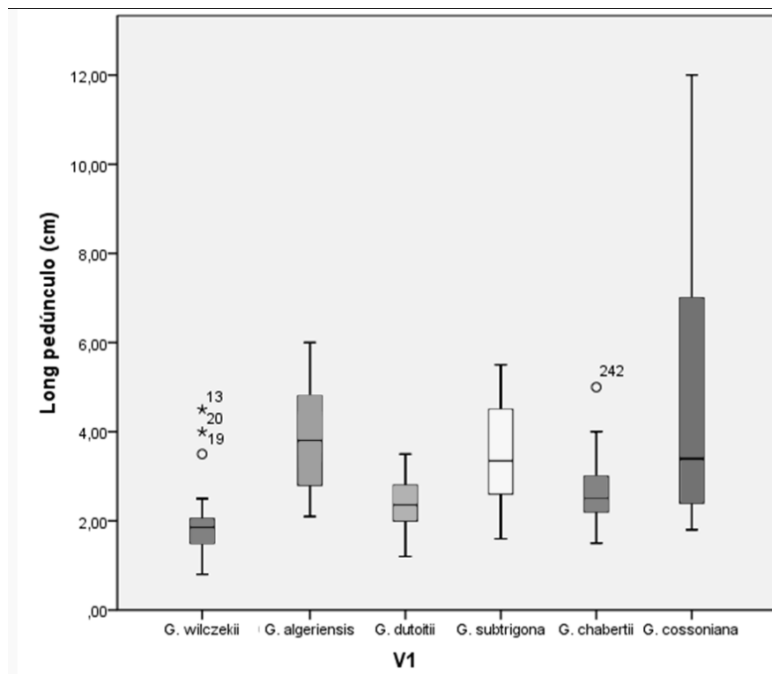
Graphic 2: Dendrogram showing the clustering of similarity of Gower's coefficient in *G. wilczekii*, *G. algeriensis*, *G. dutoitii*, *G. cossoniana*, and *G. subtrigona* (Ginkgo Software)®.

Parameter	<i>G. wilczekii</i>		<i>G. dhooiti</i>		<i>G. subtrigona</i>		<i>G. algeriensis</i>		<i>G. chabertii</i>		<i>G. cossoniana</i>		ANOVA F calculate *
	Median/ Standar Deviation	Range	Median/ Standar Deviation	Range	Median/ Standar Deviation	Range	Median/ Standar Deviation	Range	Median/ Standar Deviation	Range	Median/ Standar Deviation	Range	
Total plant length (not HR)	8,69 ± 2,22	15-5,5	10,15 ± 3,36	17,5-4	12,78 ± 4,35	20-5	9,22 ± 3,45	19-4,5	6,42 ± 2,00	11-3,2	14,79 ± 4,61	22,5-7	14,156
Distance B - 1st HC	4,08 ± 1,64	7,5-1	4,70 ± 1,85	9,8-1	4,57 ± 1,72	7-2	3,59 ± 1,97	8-0	1,90 ± 1,25	5-0	7,87 ± 1,86	11-5,6	
Distance 1st HC-2th HC	0,88 ± 0,58	2,4-0,1	1,68 ± 1,19	5,6-0,3	1,24 ± 0,43	1,5-0,5	0,07 ± 0,18	0,7-0	0,09 ± 0,33	1,5-0	1,86 ± 0,54	3-1	23,476
Last distance HC - 1st HB	0,38 ± 0,31	0-0,8	1,59 ± 1,01	2,1-0	1,72 ± 1,42	4-0,6	0 ± 0	0-0	0 ± 0	0-0	1,5 ± 0,34	1,8-0,9	
Bulb size length	11,4 ± 1,85	15-10	9,85 ± 2,76	15-5	8,87 ± 1,44	10,5-7	5,1 ± 2,074	7-2	5 ± 1,22	6-3	9,5 ± 2,12	11-8	5,962
Bulb size with	6 ± 0	6-6	5,54 ± 1,55	8-3,5	5,5 ± 1,41	7-4	3,58 ± 0,58	4,5-3	2,62 ± 0,95	4-2	6,5 ± 0,7	7-6	4,421
HR (length)	12,46 ± 3,10	18-5,5	13,92 ± 4,59	24-10	22,85 ± 10,16	36-8,5	13,91 ± 4,24	20-7	10,42 ± 3,18	17-4	16,75 ± 6,65	22-3	9,373
HR (maximum section)	1,96 ± 0,42	3-1,5	1,84 ± 0,61	4-1	2,24 ± 0,46	3-1,2	1,71 ± 0,49	2,5-0,7	2,36 ± 0,76	5,5-1,4	1,525 ± 0,67	2-0,5	5,821
1HC (length)	3,71 ± 1,1	6,8-1,9	4,00 ± 1,53	9,5-1,5	10,24 ± 6,55	23-3,2	2,95 ± 1,11	6-1,4	3,56 ± 1,49	7-1	6,47 ± 2,17	9,5-3,2	18,614
1HC(max. width)	2,59 ± 0,72	4,2-1,5	4,21 ± 1,26	7-2	4,29 ± 1,12	5,8-1,5	2,69 ± 0,86	4,5-1,3	2,95 ± 0,81	4,4-1	3,47 ± 1,20	6-2	9,593
2HC (length)	1,99 ± 0,57	3,2-1	2,21 ± 0,69	5,5-1	6,22 ± 3,93	16-2	1,87 ± 0,49	2,7-0,9	2,67 ± 0,90	5-0,8	3,275 ± 1,80	3,5-1,2	17,865
2HC(max. width)	1,97 ± 0,75	3,4-0,5	2,57 ± 0,76	4-1	3,263 ± 1,18	5,8-1,5	1,87 ± 0,48	2,8-1	2,51 ± 0,75	4-1,5	2,7 ± 0,69	4-2	145,546
N° total flowers	3 ± 1	5-1	2,97 ± 1,28	7-1	5 ± 3	14-1	1,97 ± 0,98	4-1	2,05 ± 1,20	6-1	3,85 ± 1,9	8-2	13,466
Peduncle length	1,96 ± 0,91	4,5-0,8	2,6 ± 0,68	4,7-1,2	3,55 ± 1,12	5,5-1,6	3,42 ± 1,32	6-1,4	2,63 ± 0,78	5-1,5	3,24 ± 0,97	4-1,8	10,769
Tepal (length)	10,02 ± 1,36	13-8	12,61 ± 1,57	16-9	13,23 ± 2,79	16-8	12,77 ± 2,62	18-9	13,73 ± 1,85	19-11	11,18 ± 1,96	13,5-7	11,338
Filament (length)	5 ± 0,84	6-4	6,076 ± 0,88	,3-3,5	6,62 ± 1,11	8-4,5	7,02 ± 0,64	8-6	7,21 ± 1,07	9-5	5,078 ± 0,70	6-4	9,282
Antennas (length)	1,19 ± 0,20	1,7-1	1,88 ± 0,65	3-1	2,03 ± 0,64	3,6-1,5	1,24 ± 0,38	2-1	1,65 ± 0,30	2-1,2	1,27 ± 0,59	2,4-0,5	7,830
Style (length)	3,75 ± 0,94	5,5-3	4,05 ± 0,75	6-3	4,09 ± 0,76	5-2,3	4,43 ± 1,77	6,5-2,5	5,74 ± 0,74	6,7-4,5	3,8 ± 1,15	4-2,5	4,187

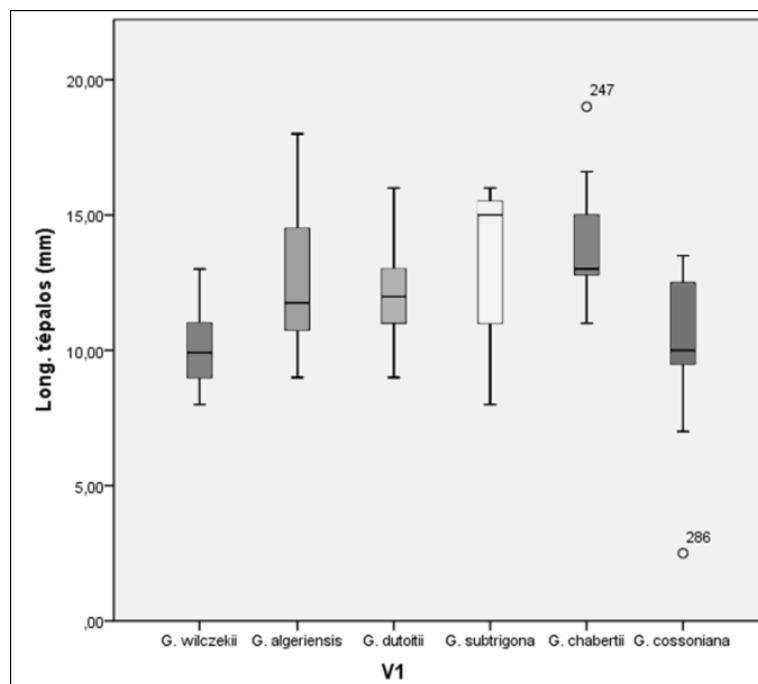
Table 2: Morphological features of *G. wilczekii* group, statically analyzed in SPSS 19.0®, *Sig p<0.05 (n=2334).



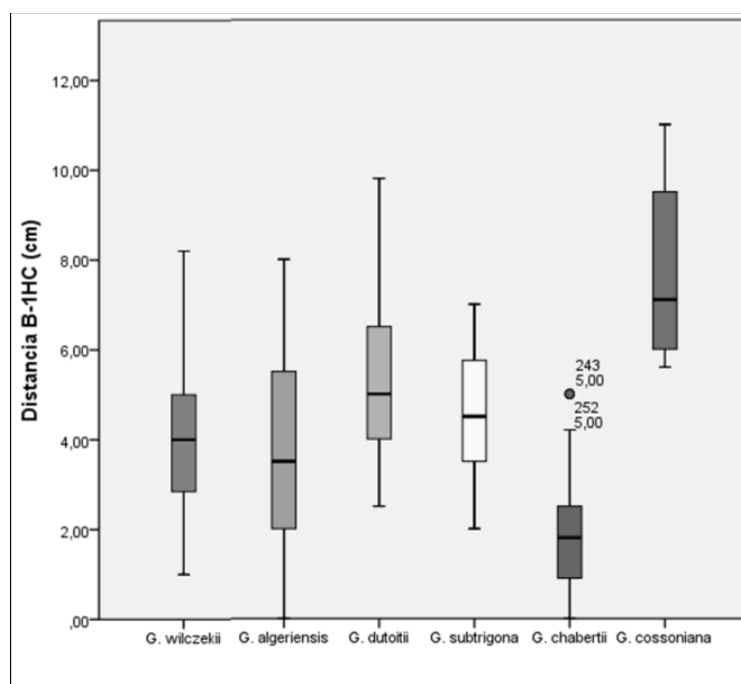
a. Representation of bulbils length (mm)



b. Representation of pedicels length (cm)



c. Representation of tepals length (mm)



b. Representation of escape length (distance bulb to caulinar leaf long) (cm)

Graphic. 3: Quantitative characters with significant difference in *G. wilczekii*, *G. algeriensis*, *G. dutoitii*, *G. cossoniana*, and *G. subtrigona*. a. Length of bulbets (mm); b. Floral peduncule (cm); c. Length tepals (mm); d. Length escape (cm)

B. Leaf section

Anatomical details are partially known in sect. *Didymobulbos*, even though some previous works exist, including some African and Iberian taxa (Maire & Braun-Blanquet, 1924; Tison, 1998, 2004, 2009; Zarrei *et al.* 2010; Gutiérrez & Vázquez, 2011; Tison *et al.* , 2012, Lopéz, 2013).

Sections of basal leaves typical in this group, correspond to the original description of *G. wilczekii* (Maire & Braun-Blanquet, 1924). The sections of this taxon are homogeneous on both basal leaves, triquetres with angular base (cuneate to triquetre), with 7-8 pairs (occasionally branched) and a basal one of vascular bundles, as well as a very acanalate epidermis. This anatomy is confirmed with cuts made in the material collected in Morocco and its study (Fig. 1c).

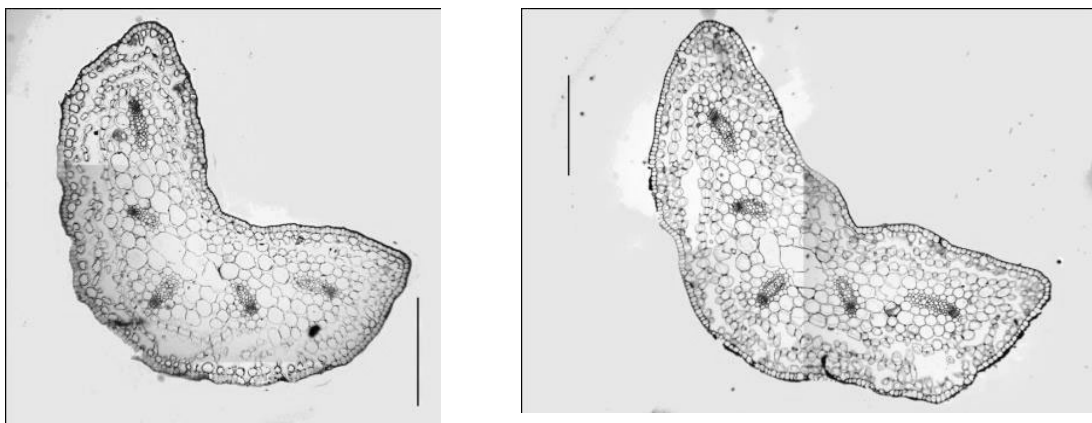
G. algeriensis Chabert has a plane and crassa section (Chabert, 1889). This anatomy was confirmed with fresh cuts made in material traditionally identified as *G. algeriensis*.

Sections of *G. fragifera* are cylindrical, with laxe lagune and fistulose parenquima and vascular bundles in cylindrical disposition. This anatomy was confirmed with fresh cuts made in some populations in Iberian Peninsula.

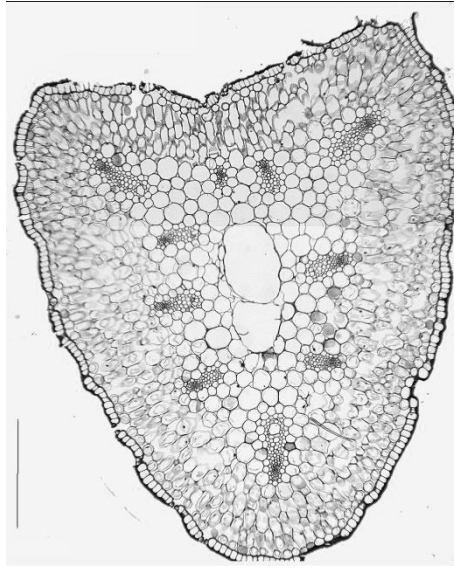
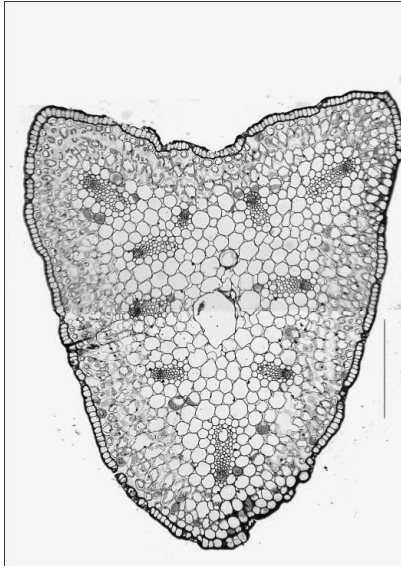
G. cossoniana Pascher, is described by Tison *et al.* (2012) and includes heterogeneous sections in both basal leaves. The main basal leaf has a triquetre section, with 5-6 pairs (occasionally branched) and a basal one of vascular bundles, and the second basal leaf with subtrihedral to deeply canaliculated reniform section, very similar to *G. subtrigona* Tison. This anatomy is confirmed in material traditionally identified as *G. cossoniana* in South East of Iberian Peninsula and presents homogeneous basal leaves with canaliculated reniform sections (Fig. 1a).

Sections of *G. subtrigona* Tison, described in original paper (Tison, 2009), include sections of variable morphology, from subtrihedral to deeply canaliculated. This anatomy is confirmed with cuts made in material collected in South-east Iberian Peninsula and original description (Fig. 1d).

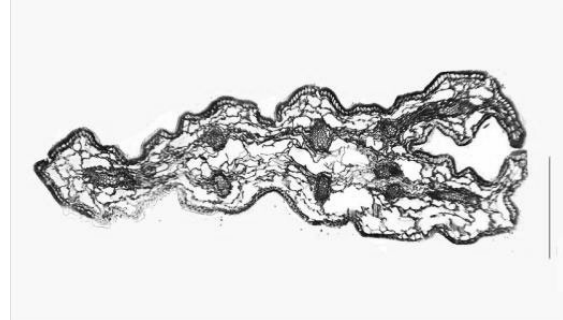
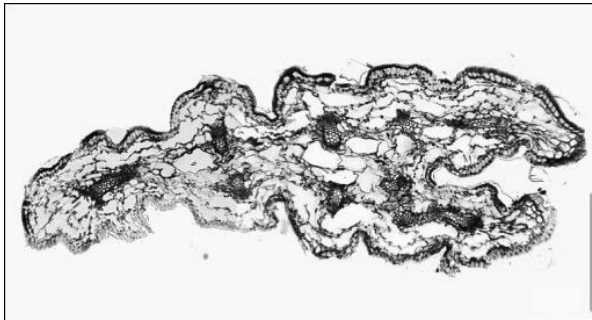
Finally, basal leaves sections in *G. dutoitii* show obocordate to triquetre sections, not a canaliculate abaxial side, homogeneous and sub-fistulose on both basal leaves, with 5-6 pairs (occasionally branched) and a basal one of vascular bundles, similar to *G. wilczekii*, but with a widened and rounded base, and a slightly ribbed skin, although the section of *G. wilczekii* is cuneate to triquetre, never obocordate, with 7-8 pairs of vascular bundles and a canalicute abaxial side. This anatomy is confirmed with cuts made in material collected in South-East Iberian Peninsula (Fig. 1b).



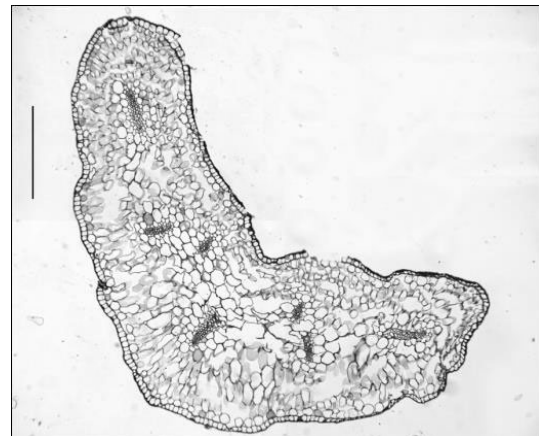
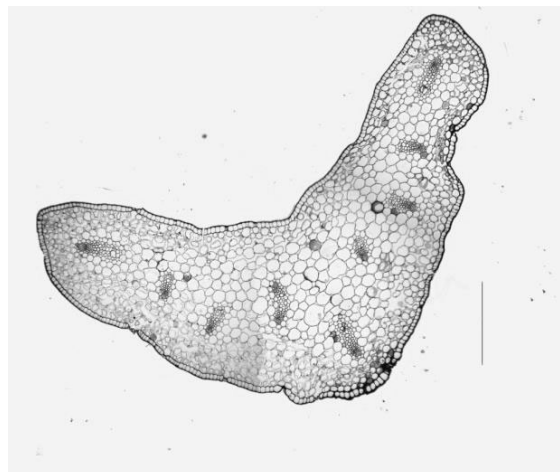
a. *G. cossoniana*



b. *G. dutoitii*



c. *G. wilczekii*



d. *Gagea subtrigona*

Fig. 1. Cross section of basal leaves (5x, scale 200 μ m) **a.** *G. cossoniana* (HSS-A 184, HS, BA: Valle de Santa Ana); **b.** *G. dutoitii* (HSS-A 70: HS, GR: La Calahorra), **c.** *G. wilczekii* (HSS-A 255: MO: Azrou). **d.** *Gagea subtrigona* (HSS-A 78, HS, Ja: Sierra Magina). The bars indicate 0.1 mm.

Discussion

The revision of the types, materials, anatomical sections, etc., shows some conclusions about *Gagea wilczekii* group, important to know the diversity, hybridization, and polymorphism of this group, and its taxonomy.

First, *Gagea wilczekii* corresponds to African materials, perhaps only present in Morocco, in the Middle Atlas. The study of types (new lectotypes, here designed), materials in herbarium, and fresh materials revealed plants of an homogenous taxon. It agreed with the original description (Maire & Braun-Blanquet, 1924), as plants with 1-2 patent or erect basal leaves during flowering, with crassa, subtriquete acute, and carinated basal leaves sections, lanceolate caulinar leaves with 4,5 mm of maximum section, hairy floral peduncule and tepals with (8) 8,5-11(13) mm (9-10 mm in original description), and acute apex.

The study of biometry reveals some homogenous data as length of basal leaves, between 1,5-4,2 cm, short second caulinar leaf, between 1-3,1 cm, and a great proximity between caulinar and bracteal leaves (0-0,8 cm), with short peduncule and narrow and lanceolate tepals, (8) 8,5 – 11 mm length, as important characters to segregate this taxon (Table 3). On the other hand, there are two synonyms included in the concept of *Gagea wilczekii* (Tison, 2004): *G. algeriensis* and *G. cossoniana*.

G. algeriensis concept, supported by the lectotype studied in MPU (designed by Tison et al, 2012), reveals proximity to *G. wilczekii*, but our study shows that it is possible to segregate it by morphological characters: rounded bulbils, apert escape ((0) 2 - 7 (8), opposite or subopposite caulinar leaves and simple inflorescence with 1-4 flowers. This results also agree with molecular studies made by Tison & al., (2012), who marks it as an independent taxon.

G. cossoniana concept, supported by the lectotype studied in G (designed by Tison 2001), reveals many materials concluding the difference with *G. wilczekii* concept. However, it was later considered as a synonym (Tison *et al.* 2012), in an incomplete study, which shows the need of a further analysis of African materials.

Other near taxon could be *Gagea fragifera* (Vill.) E.Bayer & G.López (= *Gagea liotardii* (Sternb.) Schult. & Schult. fil), present in North Africa and Iberian Peninsula (Tison, 2004), but shows very different character as bulbils, anatomical sections, or opposite caulinar leaves.

However, our study confirms the presence of *Gagea dutoitii* in the peninsular material. The lectotypes, morphological and anatomical studies reveal evident differences to segregate *G. dutoitii*, such as rounded bulbils, always two basal leaves with acanalate reniform sections, and paniculate inflorescence with 2-8 flowers (Table 3).

Iberian species close to *G. dutoitii* and *G. cossoniana* is *G. subtrigona* A. Tison, recently described to southwest of Spain (Tison, 2009). Our study of type material and the review of herbarium materials, revealed its proximity to *Gagea granatelli* concept, present in Iberian Peninsula, too.

It is possible to segregate it from *G. dutoitii* in Iberian materials, because *G. subtrigona* has an axial asexual reproduction system, cluster of sister bulbils, different morphology of basal leaves and its anatomy, with acanalate reniform sections, number (2-3) and position of caulinar leaves and reduced or absent escape. Tison (2009) also indicated differences in

juvenile and immature plants, flowering, very rare in *G. subtrigona*, close to the concept of *G. wilczekii* of López (2013). *G. dutoitii* has not an axial asexual reproduction in caulinar leaves in the studied populations, with obvious escape.

Maire & Wilczek (1931) also described *G. dutoitii* in Secc. Fistulosae, with African materials conserved in P and MPU (new lectotypes assigned here). The revision of these materials confirmed its diversity and included some different taxons, like *G. wilczekii*. This was confirmed by other authors (Tison, 2004).

Our study shows it as plants with apiculate bulbills, [(7) 9- 12 (15) x (4) 5-8 mm] 1-2 junciform glabrous basal leaves, with triquete- turbinate, subfistulose sections, apparent escape with evidente distance [(2) 2,5-7 (9,8) cm], alternate caulinar leaves, with evident distance from second caulinar to bracteal leaves ((0)0,3-5 (2) cm), racemous inflorescence with 1-7 flowers, more or less hairy pedicel, glabrescent to pilose, upper more abundant, and ovate- obovate tepals (10,5) 11 - 14,5 mm (see Table 3), as characters to segregate this taxon

Although, to complete differences with *G. wilczekii* group, we used the anatomical sections of basal and caulinar leaves, which could segregate these taxa. *G. wilczekii* is a plant with 1 – 2 basal leaves, generally erect during flowering, with angular-triquete sections and canalicute abaxial side. However, *G. dutoitii* has 2 and flexuous or patent basal leaves (1 in inmadure individuals) during flowering, with triquete- turbinate sections, attenuated at the base, and not canaliculate abaxial side.

This taxon was forgotten for years, although Terracciano (1905) included this taxon inside his *G. granatelli* (Parl.) Parl. concept. Later, Bayer & Lopez (1988a) made a revision of southeast iberian materials and cited this taxon as *G. wilczekii*. Nevertheless, other authors as Ferrer *et al.* (2007), Tison (2009) or Navarro (2010) denominated it as *G. algeriensis* (= *G. wilczekii*). But *G. dutoitii* is different by number, morphology and section of basal leaves, position of caulinar leaf, morphology and shape of tepals and bulbills (Table 2), as we explained before.

López (2013) includes materials of *G. dutoitii* in *Gagea wilczekii* group., but also notes a great variability in relation to the size and robustness of the plants. He indicates a great variability in the morphology of basal leaves, from sickle-shaped, neatly sharpened, to triangular or cordiform sections, rather thicker than wide, with vascular arranged in ring. But we demonstrate the inclusion of several taxa inside this concept, as shown in this study.

But some authors, included Maire, change the concept of this taxon, and later included *G. dutoitii* Maire & Wilczek. var *antiatlantica* Maire, Weiller & Wilczek. (Maire, 1935) but this concept isn't clear, and the herbarium materials studied, reveals some exemplars of *G. wilczekii*. For this reason, and based on article 47.1 (recommendation 47A.1.) of the *International Nomenclature Code for Algae, Fungi and Plants* (Shenzhen,2018) we decided to apply the status "emendavit".

With this study, we confirm the existence of *Gagea dutoitii* Maire & Wilczek *emend.* M.Gutiérrez, D. Abel & F. Llera as a contrasted taxon, distributed in Iberian Peninsula (Granada and Murcia) and Morocco.

Finally, to separate this new taxon we contribute with the following key and table of pictures.

Key

1. Plants with opposite caulinar leaves, umbeliforms inflorescence 2
Plants with alternative caulinar leaves, racimeforms or corymbforms inflorescence..... 3
2. Plants with 1 (2) basal leaves with plane o similar sections, obvious scape, absence of axillary asexual reproduction ***G. algeriensis***
Plants with 2 basal, flat leaves, caulinar leaves with insertion near the bulb, sometimes below ground level, with the presence of axillary bulbs ***G. chaberti***
3. Presence of 2 or more alternate caulinary leaves, sometimes with the presence of axillary vegetative multiplication bulbs ***G. subtrigona***
Presence of two alternate caulinary leaves, without axillary vegetative multiplication bulbs 4
4. Plants with one (two) basal leaves during flowering, with acanalate abaxial side, and opposite or short distance between caulinar and bracteal leaves 5
Plants with two basal leaves during flowering, with not acanalate abaxial side, and distance between caulinar and bracteal leaves very patent (to 1,5 cm) 6
5. Apiculate bulbit. Basal leaves with triquete-angular section, very ribbed, woolly-pubescent peduncle, not fistulose parenquima..... ***G. wilczekii***
Rounded bulbit, subcylindrical and fistulose, with completely lagune, parenquima in basal leaves, with subcylindrical section..... ***G. fragifera***
6. Not apiculate bulbit. Basal leaves with acanalate reniform section, not fistulous lagune parenquima, and filaments minor to 6 mm..... ***G. cossoniana***
Very apiculate bulbit. Basal leaves with triquete- turbinate, section, slightly furrowed on the upper, with slightly space fistulous lagune in parenquima, and filaments up to (5) 6 mm ***G. dutoitii***

Table with morphological differentiation

Characters	<i>G. algeriensis</i>	<i>G. chabertii</i>	<i>G. cossoniana</i>	<i>G. dutoitii</i>	<i>G. subtrigona</i>	<i>G. wilczekii</i>
Long, Plant (cm)	(4,5) 6- 16 (19)	(3,2) 4 - 9 (11)	(7) 11-17,5 (22,5)	(6,5) 7-14,5	(5) 9-17,5 (20)	(5,5) 6- 13 (15)
Escape (cm)	aparent escape	present or absent escape	very apparent escape	apparent escape	present or absent escape	apparent escape
B-1CH distance	(0) 2 - 7 (8)	(0) 0,4 -4 (5)	(5,6) 6- 9 (11)	(2) 2,5-7 (9,8)	(2) 3,5-6 (7)	2,5-7 (7,5)
1CH-2CH distance	0- 0,5 (0,7)	0 (1,5)	(1) 1,5 - 2,5 (3)	(0,4) 0,6-4 (5,6)	(0,5)1,2-1,5	(0,1) 0,5 - 1,8 (2,4)
2CH-BR distance	0	0	(0,9) 1,2-1,8	(0)0,3-5 (2)	(0,6) 0,8-2,2 (4)	0-0,8
Bulb (mm)	(2) 4 - 7 x (1,5) 3-5	(3)4-6 x (2) 3,5-4	8-11 x 5 -7	(7) 9- 12 (15) x (4) 5-8	(7) 9-10,5 x 6-8,5	10-15 x 6-8 (10)
Basal asexual bulbils (mm)	3- 4,5 x (2) 2,5-4	2 - 2,5 (4) x 1,5 - 2 (3)	6-7 x 3-4,5	(3,5) 4 – 8 (9) x 2-3	(4) 4,5-7 (2,5)3-4	(3,5) 4-6 x 3-4
Bulbils	rounded	ovate-compressed	rounded	apiculate	rounded	apiculate
N° Basal leaves	1 o 2	2	2	(1) 2	2	1 (2)
Section Basal leaves	semicilindrical to fistulose	plane	acanalate reniform	triquete-turbinate, subfistulose	acanalate	triquete-angular
N° Caulinar Leaves	2	2	2-3	2	3-6 or plus	2
Caulinar Leaves Position	opposite or subopposite	alternate	alternate	alternate	alternate to subopposite	alternate
1CH size (cm x mm)	(1,4) 2,2 - 5 (6) x (1,3) 1,7 - 4 (4,5)	2-6 (7) x (1) 2,2 - 3,5 (4,5)	(3,2) 4,5-9,5 x (2) 3,2 - 4,6	(1,5) 2,5 - 7 (9,5) x (2) 2,5 - 5(7)	(3,5) 5-18(23) x (1,5) 2,5 -5 (5,8)	(2) 3 - 4,7 x 1,5-3,5 [6-7 x 5- 5,5 floriferous ind.]
2CH size (cm x mm)	(0,9) 1,4- 2,7 x (1) 1,5- 2,8	(0,8) 2 - 4 (5) x 1,5 - 3,5 (4)	(1,2) 3-6,5 x 2-3 (4)	(1) 1,5-4 (5,5) x 1-3,5 (4)	(2) 3-10 (16) x (1,5) 2-4 (5,8)	(1,5) 1,8 - 2,5 (3) x (0,5) 1,5 - 3 (3,5) [3-5 x 3,5-5 floriferous ind.]]
pubescence of peduncule	pubescent	pubescent, upper more abundante	glabrescent to pilose	glabrescent to pilose, upper more abundante	pubescent	pubescent, upper more abundante
Peduncule long (cm)	(1,4) 2,1 - 5 (6)	(1,5) 2 - 4 (5)	1-3 [to 4,5 in very madurate individuals]	(1,2) 2-3,5 (4,7)	(1,6) 2,5-5 (5,5)	(0,8) 1 - 3,5 (4,5)
Tepal form	lineal-lanceolate	ovate-lanceolate	lanceolate	ovate-obovate	lanceolate	lineal-lanceolate
Tepal size (mm)	(9)10-15 (18) x 2,2-2,8 (3)	11-16 (19) x 2-3 (4,2)	11,5-14 x (2)2,5-3	(9) 10-15 (16) x 2,5-3,5 (4)	(8) 11-16 x (2,2) 2,5-3	(8) 8,5 - 11 (13) x (1,3) 1,5 - 2,2 (3)
Filaments (mm)	6-7,5 (8)	(5) 6-8 (9)	(4) 4,5-6	(3,5) 5- 7,5 (8)	(4,5) 6- 7 (8)	(4) 5- 6
Style (mm)	(3,5) 4,5-6,5	(4,5) 5,5 - 6,5	4-5,5	3 - 5 (6)	(2,3) 3,5-5	3-5 (5,5)

Table 3.- Characteristics for the segregation of *Gagea dutoitii* and related taxa (B: Bulb complex, 1CH: 1st Caulinar Leaf, 2CH: 2nd Caulinar Leaf; BR: Bracteal Leaf).

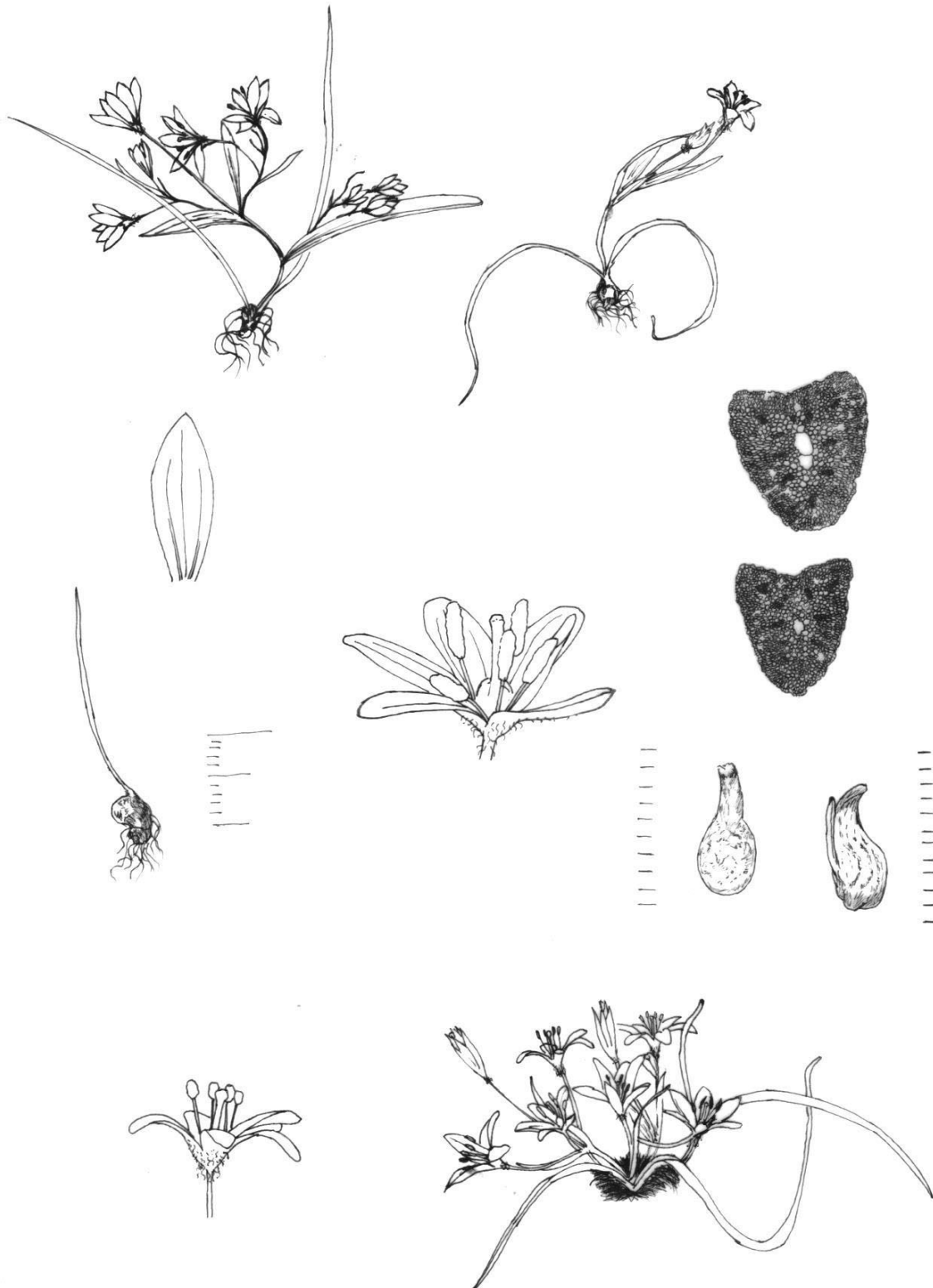


Fig. 3. Icons of *Gagea dutoitii* Maire & Wilczek *enmend.* M.Gutiérrez, D. Abel & F. Llera.

The bars indicate 1 mm.

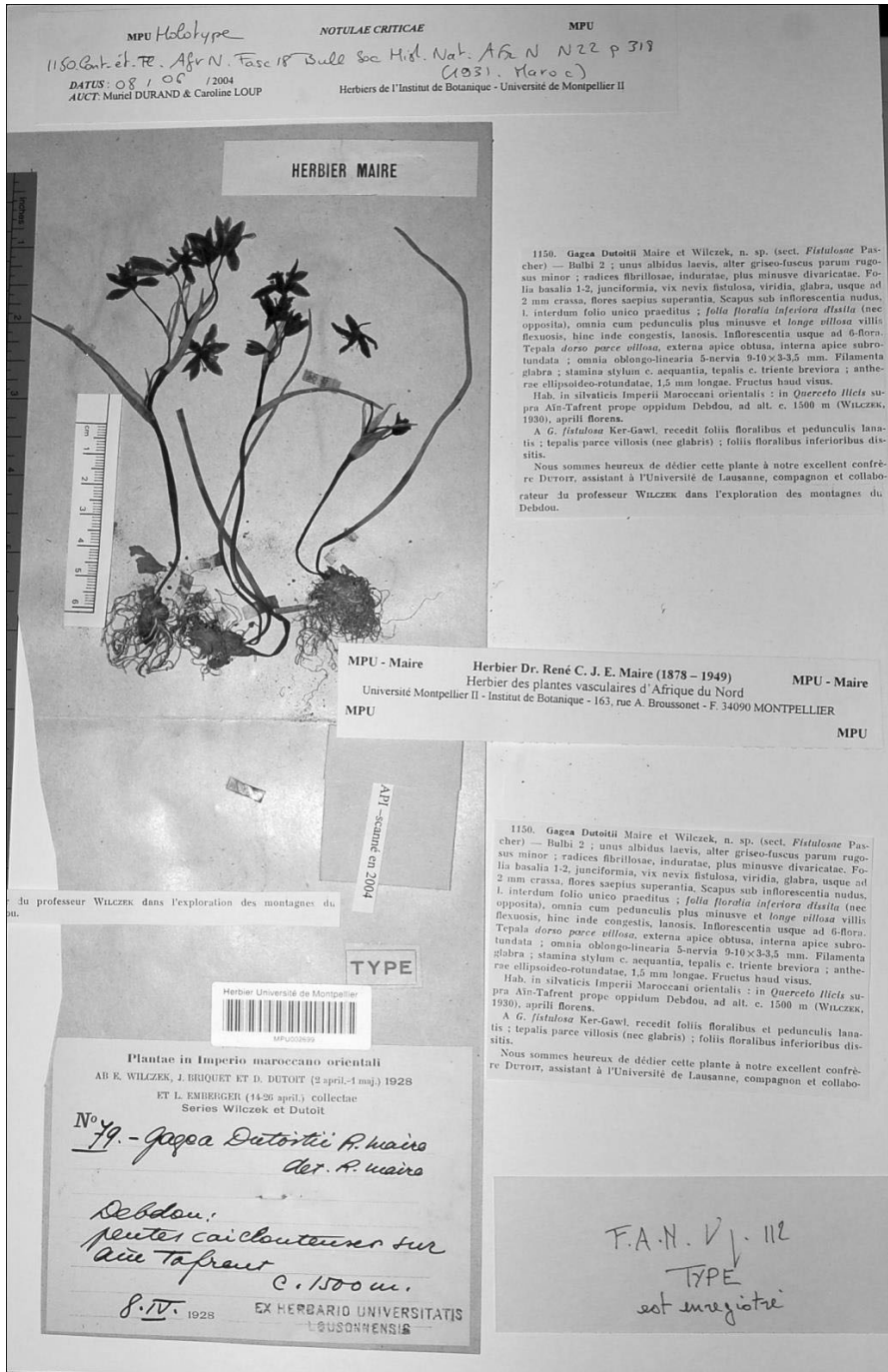
Lectotypus prososed

Gagea dutoitii Maire & Wilczek enmend. M.Gutiérrez, D. Abel & F. Llera

Proposed as lectotypus:

MOROCCO:

Plantae in Imperio maroccano orientali n° 79. Debdou, pentes caicloutenser sur Ain-Tafrent, 8-IV-1928, c. 1500m., Leg. E. Wilczek, J. Briquet et D. Dutoit (*rev. Muriel Durand & Caroline Loup, 08-06-2004 as holotype*) (MPU 02699!)





Proposed as iso-lectotypus:

MOROCCO: Plantae in Imperio maroccano orientali n° 79. Debdou, pentes pierrenses au Dessus d' Aïn-Tafrent, 8-IV-1928, c. 1500m., Leg. E. Wilczek (Ex Herbarium Université Laussane) (P-83321) (up exemplary)

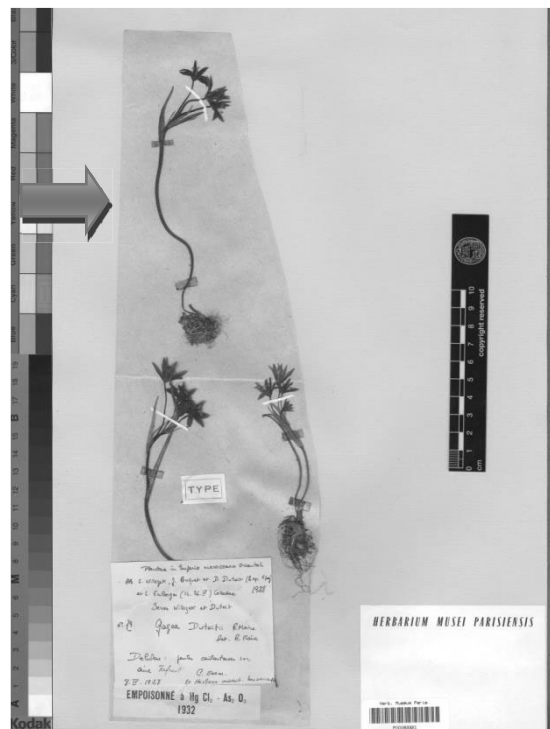


Fig. 4 Lectotypus of *Gagea dutoitii* Maire & Wilczek enmend. M.Gutiérrez, D. Abel & F. Llera

Gagea mauritanica var. *hispanica* Lange, *Pug. Pl. Hispan.* 1: 70. 1860.

Lectotype proposed:

Granada in collibus pr. Fuente Avellaneda, Apr. 1852, leg. Lange (sub. *Gagea mauritanica* DR? var. *hispanica* nov) (COI 0050762!).

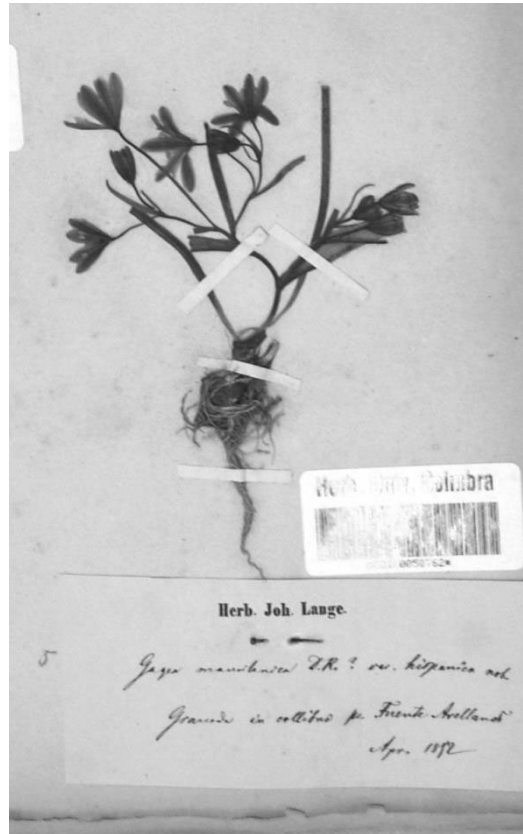


Fig. 5. Lectotypus of *G. mauritanica* var. *hispanica* Lange

***Gagea wilczekii* Braun-Blanq. & Maire**

Proposed as lectotypus:

MOROCCO:

M. Azrou, 16-05-1921, pâturages sur balsate et cédraus, 1800 m.. leg. R. Maire, Jahandiez n° 376 (sub. *Gagea foliosa* var. *glauca* n.var.) (Ex. Herb. Université D'Alger) (MPU 006150) (lectotypus)

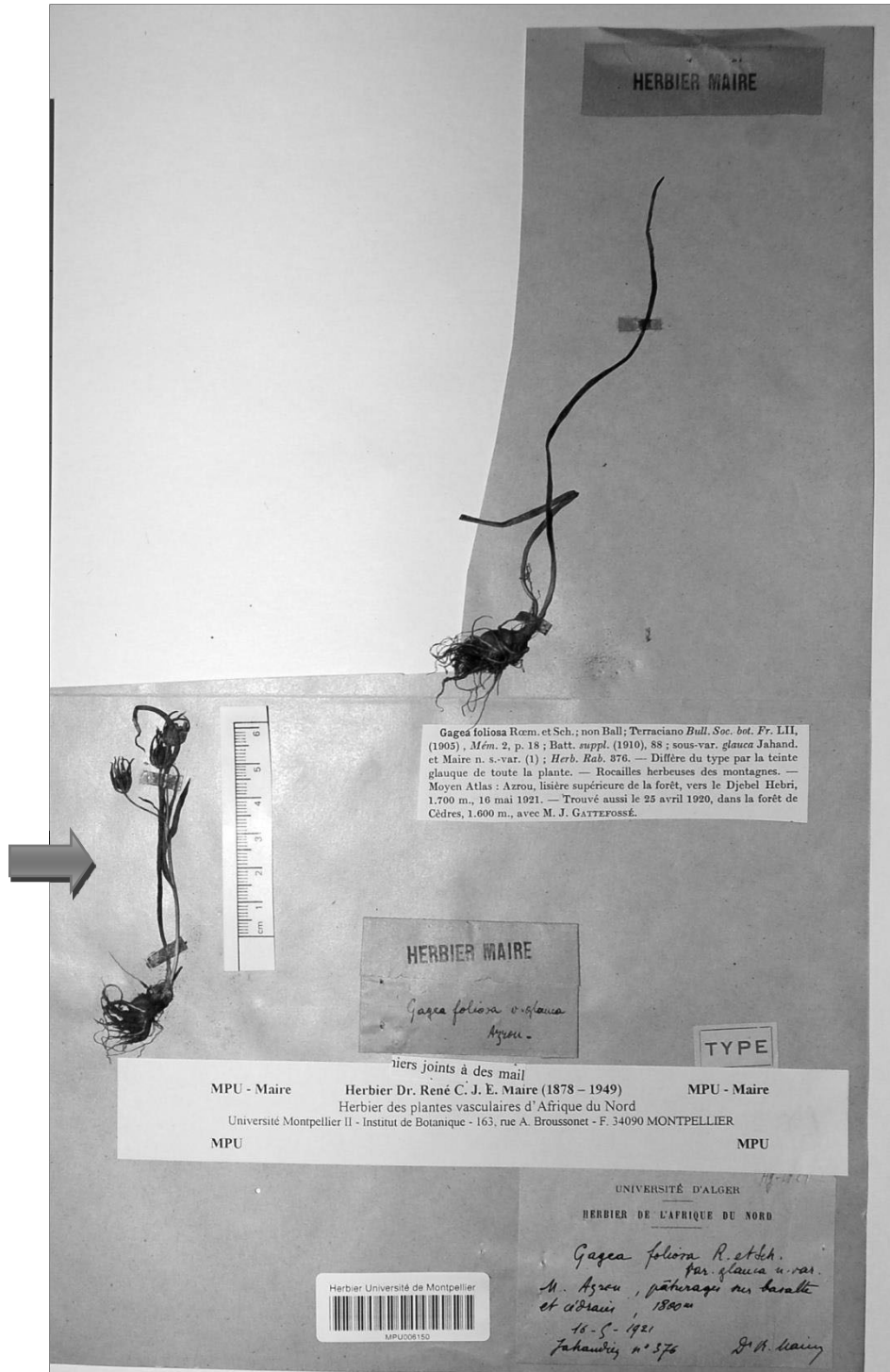


Fig. 7. Lectotypus of *Gagea wilczekii* Maire & Wilczek.

Appendix 2: Photographic apendix



Fig. 8. Photography of the habitat, and flowers of *G. wilczekii* in Morocco (Jbel Lkest, sommet de l'Afa-n-Tmezgadiwine (Anti-Atlas occidental). Photography by Fouad Msanda (Plant Biodiversity of South-western Morocco, 2019).



Fig 9. Photography of the habitat, floral buttons, gateway and flowers of *G. dutoitii* *comb* nov. (Granada, La Calahorra, 09-04-2009. Photography by M Gutiérrez).

Representative specimens examined

Gagea algeriensis Chab., *Bull. Soc. Bot. France* 36: 320, in syn. (1889).

ALGERIA:

Aumale, 1875, Leg. Chabert. (G00165822) / Aumale, 24/3/1875, leg. Chabert (FI000911) (rev. Chabert A., 24/3/1875, *Gagea liotardi* Schult. var. *algeriensis* A. Chab.) (rev. Lopez Gonzales Gines, 16/10/1991) / Aumale, coteaux herbeux, Description : obs. "bone species foliis fistuloris praedte Hud cum G. Liotardi coresspondent. quer est monobulbos" Chabert, A. s.n. 24/3/1875. Det.: Battandier (sub. *Gagea liotardi* Roem. & Schult var. *algeriensis* Chabert), J.A. (litt. "bone species foliis fistuloris praedte Hud cum G. Liotardi coresspondent. quer est monobulbos" (MPU001429) / Aumale, 24/3/1875, leg. Chabert (rev. Chabert A., 24/3/1875, *Gagea liotardi* Schult. var. *algeriensis* A. Chab.) (rev. Lopez Gonzales Gines, 16/10/1991) (FI000911) / Coteaux hurbeur. Aumale, 24 mars 1875, Leg. A. Chabert (sub G. liottardi var. *algeriensis* A. Chabert) (rev. G. López, 16 X 1991, G. *algeriensis* (Chab.) Chabert. ex Batt. (FI000911) / Coteaux densa u-dessus et au A.T'Aummale, Leg. A. Chabert (FI s/n) / Coteaux hurbeur. Aumale, 24 mars 1875, Leg. A. Chabert (sub G. liottardi var. *algeriensis* A. Chabert) (rev. A. Terracciano, G. *algeriensis* A. Chabert) (MPU 001429) / Coteaux hurbeur. Aumale, 24 mars 1875, Leg. A. Chabert (sub G. liottardi var. *algeriensis* A. Chabert) (rev. M.Davlianidze, G. *algeriensis* A. Chabert) (G 00165822) / Exsiccata A. Warrion. Fl. Atlantica Selecta 1878 n° 173. In pascuis montosis prope Tlemcen, 18 Martio 1874. (Rev. Pascher, ¿?, G. fibrosa forma) (rev. A. Terracciano, G. *algeriensis* A. Chabert.) (rev. M.Davlianidze, 1991) (ex herb. Barbey-Boissier) (G s/n)

Gagea dutoitii Maire and Wilczek enmend. M. Gutiérrez, D. Abel, & F. Llera, comb. nov.

MOROCCO:

Plantae in Imperio maroccano orientali n° 79. Debdou, pentes caicloutenser sur Ain-Tafrent, 8-IV-1928, c. 1500m., Leg. E. Wilczek, J. Briquet et D. Dutoit (MPU 02699)(lectotypus) / Plantae in Imperio maroccano orientali n° 79. Debdou, pentes pierrenses au Dessus d' Ain-Tafrent, 8-IV-1928, c. 1500m., Leg. E. Wilczek (Ex Herbarium Université Laussane) (P 83321) (isol-lectotypus) / Plantae du Imperio Maroccano Orientati, Series Wikczek & Dutoit n° 79, Debou, 8-IV-1928, pentes caillontensis sur Ain Tafrent, c. 1500m, leg.¿ (REV. Marie, 14-03-1931, G. *dutoitii* Maire et Wilczek n. sp. (LAU) / Iter Maroccanum n° 167, Plateau de Tasserirt Anti-Atlas, 26- Mars-1937, leg. E. Wilczek (Ex Herbarium Musaei Lousonnensis) (LAU) / Iter Maroccanum n° 342, Anti-Atlas: Sud d'Ighern, 06-IV-1937, C. 1650 m., leg. E. Wilczek (Ex Herbarium Musaei Lousonnensis) (LAU) / Iter Maroccanum n° 490, Anti-Atlas: versant v. Maramdaz, au sud d' Ighern, 09-IV-1937, C. 1570 m., leg. E. Wilczek (Ex Herbarium Musaei Lousonnensis) (LAU).

SPAIN:

GRANADA: Cogollos Vega, entre el Instituto y río Blanco, 22-III-1988, 30SVG5028, 1060 m, prados de anuales con suelos básicos y poco profundos, leg. O. Socorro & L. Cano (rev. F.B. Navarro, 19-04-2007, sub *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B.Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 22420) / Dehesa del Generalife, Valle del río Darro, vereda que va a Jesus del Valle, orientación NE, 30SVG4915, 31-III-2001, aprox. 915 m, talud rocoso, sobre sustrato calizo, leg. C. Morales, L. Baena & R. Montiel, det. L. Baena & C. Morales (rev. Vizoso & Baena, IX-2001, sub. *G. elliptica* (A. Terrac) Prain)(rev. F.B. Navarro, 20-04-2007, sub *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B.Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 13863) / Dilar, Ermita Vieja, 4-IV-2204, pradillos entre los romerales, calizas y conglomerados, supra subhúmedo, leg. F.B.Navarro & M.N. Jiménez, det. F. B. Navarro (sub. *G. algeriensis* A. Chabert) (GDA 52998) / Estribaciones de Sierra Harana, 12-IV-1970, Leg. J. Fernández Casas, Det. J. Fernández Casas (rev. G. López, vi-1996, sub *Gagea wilczekii* Braun. Blanq & Maire (MA 416943 et dupli) / Granada in collibus pr. Fuente Avellaneda, Apr. 1852, leg. Lange (*manuscrip. Gagea mauritanica* DR? var. *hispanica* nov) (lectotypus *G. mauritanica* var. *hispanica* Lange, *Pug. Pl. Hispan.* 1: 70. 1860) (COI 0050762!) / Illora, Sierra de Paranda, 30-IV-1989, 30SVG1931, 1300m, laderas herbosas y rocosas de montañas, leg. M.M. Pérez & D. Molina, det. M.M. Pérez & D. Molina (rev. C.?, 27-VII, 2001, sub. *G. cossoniana* Pascher)(rev. F.B. Navarro, 08-05-2007, sub *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B.Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 44390) / La Calahorra, 09-04-2009, 30SVG91, 1240 msm., suelos pizarrosos, leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40921 / 40920 / 40919) / Parapanda, camino de subida a T.V.E., 23-IV-1982, 30SVG1930, Alt. 1200 m., suelo rocoso, Leg. Aroza, Negrillo & Lopez, (rev. F.B. Navarro, 08-05-2007, sub *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B.Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 14363) / Pedro Martínez, Mencal. La Pilica, 14-4-1991, 30SVG8451, 1200 m., leg. R. Sanchez Pérez, det. R. Sanchez Pérez (rev. F.B. Navarro, 27-04-2007, sub. *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B.Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 26260) / Pedro Martínez, Mencal. Pecho Infantes, 27-4-1991, 30SVG8251, 1300 m., leg. R. Sanchez Pérez, det. R. Sanchez

Pérez (rev. F.B. Navarro, 27-04-2007, sub. *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B. Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 26259) / Sierra de Alfacar fl. Granati, 27 Aprili 1852, leg. Lange (Herb. Joh. Lange) (sub. *Gagea mauritanica* DR? var. *hispanica* nov) (ex Herb. Lange!) (G), idem (rev. G. granatelli Parl. ex Terracciano 1904) (ex Herb. Lange) (G), idem (rev. Pacher, 16/01/1907 sub *G. fibrosa* Parl.) (rev. Henaniany sub *G. granatelli* Parl.) (ex Herb. Lange) (G). / Sierra de Huétor, Puerto del Molinillo, Los Potros, 22-IV-189, 30SVG6129, prado entre rocas, leg. M.T. Vizoso & J. C. de la Rosa, det. M. T. Vizoso (rev. Vizoso & Baena, IX-2001, sub. *G. elliptica* (A. Terrac.)) (rev. C. Losas?, 27-VII, 2001, sub. *G. cossoniana* Pascher) (rev. F.B. Navarro, 08-05-2007, sub *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B. Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 44392) / Sierra de Alfacar fl. Granati, 27 Aprili 1852, leg. Lange (Herb. Joh. Lange) (sub. *Gagea mauritanica* DR? var. *hispanica* nov) (G), idem (rev. G. granatelli Parl. ex Terracciano 1904) (G), idem (rev. Pacher, 16/01/1907 sub *G. fibrosa* Parl.) (rev. Henaniany sub *G. granatelli* Parl.) (G) (Holotype) / Sierra de Madrid frente al Cortejo Gollete, 18-IV-1984, 30SVG3026, Alt. 900 m, leg. P. Aroza & O. Socorro (rev. F.B. Navarro, 08-05-2007, sub *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B. Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 16915) / Sierra de Obeilar, 18-III-1983, 30SVG238, Alt. 800 m., prados en claro de encinar, Leg. Aroza, Socorro & Negrillo (rev. F.B. Navarro, 08-05-2007, sub *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B. Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 16785) / Sierra de Parapanda, 10-IV-1982, leg. V. Palomo (rev. F.B. Navarro, 20-04-2007, sub *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B. Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert) (GDAC 42452 pro parte) / Sierra de Parapanda, prado en Erinacetalia, 21-IV-1983, 30SVG1730, Alt. 1500m, leg. Aroza, Socorro & Negrillo (rev. F.B. Navarro, 08-05-2007, sub *Gagea wilczekii* Braun-Blanquet & Maire) (rev. F.B. Navarro, 10-08-2007, sub. *G. algeriensis* A. Chabert (rev. (GDA 16789).

MURCIA: Sierra de Villafuerte, fuente del Cantalar, 8-V-2004, 38° 08' 47" N/ 02° .9' 59" W, 1400, barranco con Hacer y Amelanchier, leg. C. Aedo 9915 (MA 713793).

***Gagea fragifera* (Vill.) E. Bayer & G. López**

SPAIN:

GR: Sierra Nevada, Hoya de la Mora, 29SPC94, Borreguiles, 2500 msm, 01/06/2009, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (HSS 42495/ 42496/ 42497/ 42498)

MOROCCO:

M. Grand Atlas, Oarika: Tizi-Thachdirt, nardaies, bords des suiseaux, 3200 m, purpurea, 12-07-1921, Leg. R. M. Maire (sub. *Gagea fistulosa* var. *thyris* n. var.) (ex Herb. de l'Afrique du Nord) (MPU 001925) / Iter Marocanum XXII, Dr. R. Maire, In Atlante: in scaturiginosis montis Amezdour, solo vulcanico, 2600., 9, maii, 1932, Leg. R. Maire (sub. *G. fragifera* subsp. *liottardii* Maire var. *genuina* Maire (ex Herb. Maire) MPU 001428 / supra Oukaimedene (BC) /

***Gagea subtrigona* J.M. Tison, *Lagascalia* 29: 7 (-12; fig. 1) (2009).**

SPAIN:

VALENCIA: Alacant (Alcoi), Serra de Mariola, Bc. de Bocairent, 30SHY1388, 880 m, 11.3.2001, *L. Serra* 5702, *A. Bort* & *L. Serra Cremades* (sub *Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire) (type, VAL 193871) (see in picture); Bocairent (Vall d'Albaida), pr. Font de Mariola, 30SYH19, 19-3-1987, Leg. J.R. Nebot (sub. *Gagea lacaitae* Terrac.) (VAL55157-ex VAB870056)

JA: Cambil, Sierra Magina, margen de Ctra. A-324, 10/04/2009, 1100msm., M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 41205)

ALGERIE:

Coteaux hurbeur. Aumale, 24 mars 1875, Leg. A. Chabert (sub *G. liottardi* var. *algeriensis* A. Chabert) (rev. G. López, 16 X 1991, *G. algeriensis* (Chab.) Chabert. ex Batt. (FI000911) / Coteaux densa u-dessus et au A.T. Aumale, Leg. A. Chabert (FI s/n) / Coteaux hurbeur. Aumale, 24 mars 1875, Leg. A. Chabert (sub *G. liottardi* var. *algeriensis* A. Chabert) (rev. A. Terracciano, *G. algeriensis* A. Chabert) (MPU 001429) / Coteaux hurbeur. Aumale, 24 mars 1875, Leg. A. Chabert (sub *G. liottardi* var. *algeriensis* A. Chabert) (rev. M. Davlianidze, *G. algeriensis* A. Chabert) (G 00165822 / Exsiccata A. Warrion. Fl. Atlantica Selecta 1878 n° 173. In pascuis montosis prope Tlemcen, 18 Martio 1874. (Rev. Pascher, ??, *G. fibrosa* forma) (rev. A. Terracciano, *G. algeriensis* A. Chabert.) (rev. M. Davlianidze, 1991) (ex herb. Barbey-Boissier) (G s/n)

***Gagea wilczekii* Braun-Blanq. & Maire, *Mem. Soc. Sc. Not. Maroc No. viii. 175* (1924), nomen; et in *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 1925, xvi. 40.**

ARGELIA: Moyen Atlas, Ras el Ma, Mars 1923, les calcares..., Leg. Maire (Ex. Herb. Université D'Alger)

(MPU 00138) (isolectypus).

MOROCCO:

Azrou, en bosques de cedrales, 12-05-2010, 33° 24' 50" N/5° 11' 49"W, 1790 msm., cedrales sobre pedregales calizos, leg. R. Ferreira, R. Gavilán, C. Pintos, D. Sánchez, F.M. Vázquez & B. Vilches (Iter Maroccanum I, 10-16 Mayo 2010 (HSS 48642 / 48643) / Azrou, 12 IV 1936, Leg. W. Lüdi (Flora von Marokko) (Ex Herb. Turicensis) (ZU) / M. Azrou, 16-05-1921, pâturages sur balsate et cédraus, 1800 m., leg. R. Maire, Jahandiez n° 376 (sub. *Gagea foliosa* var. *glauca* n.var.) (Ex. Herb. Université D'Alger) (rev. *Muriel Durand & Caroline Loup, 08-06-2004 as holotype*) (MPU 006150) (lectotypus) / Flora of Morocco n° 826. Middle Atlas Mishliffen, 8 February 1966, Alct. C. 1830m., in turf in open clearings in cedar forest: heavy clay over limestone, Leg. J.C. Archibald (KEW) / Flora of Morocco n° 721, Beni Mguild, 29 mar 1923, leg. Wilczek & Dutoit (ex Herb. Rogers) (KEW) (apud *G. wilczekii* subsp. *algeriensis* Chab.) / Flora of Morocco n° 806. Middle Atlas Mts., S. of Ifrane, 7 February 1966, Alt. c. 1550m., clearings in cedar forest and among scrub oaks: leafaol over limestone: yellow interior: greenish exterior. Leg. J.C. Archibald. (KEW) / Flora of Morocco n° 311. Fez, Mar. 1931, leg. A. W. Trethewy (KEW) / Flora of Morocco n° 548. Sapoo, III 1935, leg. A. W. Trethewy (KEW) / Iter Marocanum Alterum 1923 n° 721. Beni Mguild, Aui Leuh, 28-III-1923, env. 1600 m mallu pierreux, Leg. Wilczek et D. Dutoit (Ex Herbar de Musée de Lausanne) (KEW) / Iter Maroccanum nonum. In Atlantis Majoris ditione Gaundafa: in quercetis ad Tizi n. Ouichedden, 15-04-1925, solo calcareo, 2200 m., leg. R. Maire (MPU-MAIRE) / Iter Marocanum undecimum, In Atlantis Medii montibus supra oppidum Azrou, 19 aprilis 1926, in lapidosis calcareis, leg. R. Maire (MPU) / Iter Maroccanum XXIII, In cedretis Atlantis Medii secus viam Trik-Adjir supra Itzer, 21 Aprilis 1933, 1700-1800 m., solo calcareo, leg. E. Wilczek. (MPU) Iter Maroccanum XXI. In Atlante Medio prope Ifrane, 5 Aprilis 1931, in cedretis et pascuis, solo calcareo, 1700 m, leg. R. Maire (sub *G. wilczekii* Br.-Bl. et Maire) (MPU) / Iter Maroccanum XXIII, In pascuis Atlantis Medii prope montem Hebbri, 07 Aprilis 1933, 1900-2000 m., leg. E. Wilczek. (MPU), bis / Iter marocanum 1933 n° 35, Moyen Atlas: Beni Mguild, Dj. Hebbri, 7 Avril 1933. Leg. R. Maire & E. Wilczek (LAU) / Iter marocanum 1933 n° 790, Moyen Atlas, Ras el Ma près dAzrou, 22 Avril 1933, Leg. R. Maire et E. Wilczek (LAU) / Iter marocanum 1933 n° 31. 1933. Beni Mguild: Sur Azrou, 7 Avril 1933. Leg. R. Maire & E. Wilczek (pro parte) (LAU) / Iter Maroccanum Alterum n° 721. Ain Leuh: Beni Mguild, malou piereux env. 1600m. Leg. Wilczek et D. Dutoit (LAU) / Iter Maroccanum Alterum 1923 n° 708. Ras el Ma s/ Azrou: Beni Mguild, 29 III 1923, 1700 m. Leg. Wilczek et D. Dutoit (LAU) / Iter Maroccanum alterum 1923 n° 721. Main Leuh: Beni Mguild, 28 III 1923, 1400-1500m., pierrailles calcaires, Leg. Wilczek et D. Dutoit (Ex Herb. Lousannensis) (ZU) / Exsiccata Plantae Marocaines n° 276, Moyen Atlas: Aïn Teuh, bois ombragés, 13 mai 1924, 1600m., leg. R. Maire (sub *Gagea wilczekiana* Maire n.sp.) (MPU) / Exsiccata Plantae Marocaines n° 326, Moyen Atlas: Forêt d' Aïn Kikka, 16 mai 1924, 1900m., leg. E. Jahandiez (BM) / Exsiccata Plantae Mograbiniae n° 12520. Moyen Atlas: province de Meknès, rive sud du lao de Aguelmane, près de Timhadite, 8-6-1971, versant es d[.], 2200m. leg. C. Bocquet (BM) / M. Moyen Atlas, Aïn Leuh, 28-3-1923, roca calcaires, 1500-1750 m., leg. R. Maire (manus. *Gagea wilczekii* n.sp.) (ex Herbar Université d'Alger) (MPU) (isolectotypus) / Plantae Marocaines n° 276. Moyen Atlas: Aïn Leuh, 13 mai 1924, bois ombragés, 1600 m., leg. E. Jahandiez (Ex Herbar Delessert) (sub. *Gagea wilczekiana* Maire n. sp.) (G) / Plantae Marocaines 1924 n° 326. Moyn Atls: Forêt d' Aïn Kahla, 16 mai 1924, Leg. E. Jahandiez (ZU) / Societé Genomane D'Exiccata n° 2581. Moyen Atlas, clarières de cédrales à Ifrane, 6 Avril 1931, calcaire, 1900 m., leg. R. Maire (MPU-MAIRE) / Societé Génome d'Exsicata n° 2581. Moyen Atlas, clarières de cédrales à Ifrane, 6 avril 1931, calcaire, 1700m., leg. R. Maire (ex Herb. P. Guiol) (BM) / Societé Genomane D'Exsicata n° 2581. Moyen Atlas, clarières de cédrales à Ifrane, calcaire., 6 avril 1931, 1700 m., Leg. R. Maire (Ex. Herb. Barbey-Boissier) (G) / Societé Génomane d'Exsicata n° 2581. Moyen Atlas, clarières de cédrales à Ifrane, 6 avril 1931, 1700m., calcaire. Leg. R. Maire (ZU).

References

- Battandier, J.A. & Trabut, L.C. (1884). Fl. Algérie Monocot.: 166-167.
Battandier, J.A. & Trabut, L.C. (1895). Fl. Algérie Monocot.: 7, *Flore d'Alger et catalogue des plantes d'Algérie*
Bayer, E. & López, G. (1988a). Sobre la presencia de *Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire –un supuesto endemismo del Atlas en la Península Ibérica — *Anales Jard. Bot. Madrid* 45(1): 181-187.
Bayer, E. & López, G. (1988b). El género *Gagea* Salisb. en la flora española ochenta y dos años después de la monografía de Terracciano — *Monogr. Inst. Piren. Ecol. Jaca* 4: 121-126.
Blanca G., Cabezudo B., Cueto M., Salazar C. & Morales Torres C. (2011, eds.). Flora Vasculare de Andalucía Oriental. 2ª Edición corregida y aumentada. 1751 pp
Braun-Blanquet, J. & Maire, R. (1924). Contributions à l'étude de la Flore marocaine. Fasc. 4. — *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique* 16: 22-41.
Boissier. (1846). Diagnosis plantarum novarum praesertim orientaliū nonnullis Europaeis boreli-

- africanisque additis. Geneve
- Chabert, M.A. (1889) Deuxième Note Sur La Flore D'Algérie, *Bulletin de la Société Botanique de France*, 36:6, 316-322.
- Durieu de Maisonneuve, M.C. (1848). *Exploration Scientifique de l'Algérie*. 1848
- Ferrer, P.P., E. Laguna, S. Alba & J.M. Tison. (2007a). Sobre la presencia de *Gagea lacaitae* A.Terracc. (Liliaceae) en la flora Valenciana. *Acta Botanica Malacitana*, 32: 1-12.
- Ferrer, P.P. & Guara Requena, M. (2007b). Especies del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) presentes en el Levante Peninsular Ibérico. *Lagascalia*, 27: 31-51.
- Fennane, M. & M. Ibn Tattou. (1998). Catalogue des plantes vasculaires rares, menacées ou endémiques du Maroc. *Bocconea* 8: [243p.]
- GBIF. 2016. <http://data.gbif.org/species> (consulted 15/01/2016)
- Govaerts, R. (2003). World Checklist of Liliaceae — *The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew*. Published on the Internet; <http://www.kew.org/wcsp/> (accessed 11 June 2010)
- Greuter, W., J. McNeill, F. R. Barrie, H. M. Burdet, V. Demoulin, T. S. Filgueiras, D. H. Nicholson, P. C. Silva, J. E. Skog, P. Trehane, N. J. Turland & D. L. Hawksworth (eds.) (2000). *International Code of Botanical Nomenclature (St. Louis Code)*. *Regnum Vegetabile*, n° 138. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Gutiérrez, M. & Vázquez, F.M. (2009a). Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 033. *Gagea cossoniana* Pascher. *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 86-87
- Gutiérrez, M., López, J.L., & Vázquez, F.M. (2009b). Revisión bibliográfica de las aportaciones sobre recuentos cromosómicos en el género *Gagea* Salisb (Liliaceae) — *Folia Botanica Extremadurensis* 4: 45-57.
- Hamzaoglu, E., Budak, U., Aksoy, A. (2008). A New Species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from Sivas (Central Anatolia, Turkey). *Turk. J. Bot.*, 32:261-264.
- Heyn, C.C. & Dafni, A. (1977). Studies in the genus *Gagea* (Liliaceae) — *Israel Journal of Botany*, 26: 11-22.
- Igersheim, A. (1993). The carácter states of the Caribbean monotypic endemic *Strumpfia* (Rubiaceae). *Nordic Journal of Botany*, 13: 545-559.
- Jury, S., Ruhterford, R., Rejdali, M., Rankou, H. & El Atechi, T. (2008). The vascular flora of Oukaïmeden, in the Moroccan High Atlas.
- Levan, A, K. Fredga & A. Sandberg. (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.
- Levichev, I. G. (1999). Zur Morphologie der Gattung *Gagea* Salisb. (Liliaceae). I. Die unterirdischen Organe. *Flora* 194: 379-392.
- López, G. (1990). Taxonomía y biogeografía del género *Gagea* subgen. *Gagea*. *Jornadas de taxonomía vegetal*, 24-27/V/1990, Resúmenes: 31-35, Madrid.4
- Lopez, G. (2013), *Gagea* Salisb. in S. Talavera, C. Andrés, M. Arista, M.P. Fernández Piedra, E. Rico, M.B. Crespo, A. Quintanar, A. Herrero & C. Aedo, *et al.*, *Flora Ibérica*, Volumen XX, Liliaceae-Agavaceae. 12-12-2013.
- Maire. D.R. (1929). Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fascicule 14 (1). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 21: 13-40
- Maire. (1931). *Gagea* Salisb. In Jahandiez E. & Maire R. *Catalogue des Plantes du Maroc*. Volume IV. Tome Premier, 180-181.
- Maire, D.R. (1935) Contributions a l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fascicule 23 . 1935.
- Maire, D.R. (1958). *Gagea* Salisb. In Maire, D.R.; Guinochet, M. & Quêzel, P. *Flore de l'Afrique du Nord*. (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara), (V) Monocotyledonae: Liliales: Liliaceae: 107- 127 Éditions Paul Lechevalier, Paris.
- Medjahdi B., Ibn Tattou, M., Bakat, D. & Benabedli, K. (2009). La Flore Vasculaire des Monts des Trara (Nord Ouest Algérien). *Acta Botanica Malacitana*, 34: 1-18.
- Molina, J., Michaud, H., Roux, J.P., & Tison, J.M. (1998). *Gagea mauritanica* Durieu (Liliaceae) espèce nouvelle pour la flore française. *Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon*, 67 (3): 77-78.
- Parlatore. (1839). Nova Ornithogali species ex naturli liliacearum familia. *Diario L'Òchio* (11):84-86.
- Parlatore, P. (1845). *Gagea* Salisb. *Fl. Palerm.* 1: 276.
- Parlatore, F. (1852). *Gagea* Salisb. *Flora Italiana*, Vol. II (1852-1857): 418-431.
- Pastor, J. (1987). *Gagea* Salisb. In VALDÉS, B. & al. (eds.) *Flora Vasculare de Andalucía Occidental*, 3:433-435. Ketres Editora S. A. Barcelona.
- Peruzzi, L. (2003). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) sect. *Foliatae* A. Terracc. and synthesis of karyological data. *Caryologia*, 56(1): 115-128.
- Peruzzi, L. (2008). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae). III. New karyological data from the central Mediterranean area. *Cytologia*, 61(1): 92-106.
- Peruzzi, L. & Aquaro, G. (2005). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae). II. Further karyological studies on Italian populations. *Candollea*, 60(1): 237-253.
- Peruzzi, L. & Bartolucci, F. (2006). *Gagea luberonensis* J.-M. Tison (Liliaceae) new for the Italian flora. *Webbia*, 61(1): 1-12.
- Peruzzi, L. & Tison, J. M. (2004). Verso una revision biosistemática del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in

- Italia. Un nuovo tipo di appiccio. *Informatore Botanico Italiano*, 36 (2): 470-475.
- Peruzzi, L., Barolucci, F., Frignani F. & Minutillo, F. (2007a). *Gagea tisoniana*, a new species of *Gagea* Salisb. Sect. *Gagea* (Liliaceae) from central Italy. *Journal of the Linnean Society*, 155: 337-347.
- Peruzzi L., Peterson A., Tison JM., Peterson J. (2007b). Phylogenetic relationships of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italy, inferred from molecular and morphological data matrixes, XII OPTIMA Meeting, pp 118-118, Pisa, 2007.
- Peruzzi, L., A. Peterson, Tison, J. M. & Peterson, J. (2008). Phylogenetic relationships of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italy, inferred from molecular and morphological data matrices. *Pl. Syst. Evol.* 276(3-4): 232. 2008. p.p
- Peterson, A., John, H., Koch, E., & Peterson, J. (2004). A molecular phylogeny of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Germany inferred from non-coding chloroplast and nuclear DNA sequences — *Plant Syst. Evol.* 245: 145-162.
- Peterson, A., Levichev, I.G. & Peterson, J. (2008). Systematics of *Gagea* and *Lloydia* (Liliaceae) and infrageneric classification of *Gagea* based on molecular and morphological data — *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46: 446-465.
- Peruzzi, L., Peterson, A., Tison, J. M., & Harpke, D. (2011b). New light on phylogeny and taxonomy of the Eurasian *Gagea villosa*-*Gagea fragifera* complex (Liliaceae) *Nordic Journal of Botani*, 29: 722-733.
- Pignatti, S. (1982). *Gagea* Salisb. in *Flora d'Italia*, III: 352-356. Edagricole, Bologna.
- Plant Biodiversity of South-western Marocco. (2019). www.teline.fr/en/photos/liliaceae/gagea (Consulted 14/12/2019).
- Quezel, P., & Santa, S. (1962). *Gagea* Salisb., *Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales.*: 197-199.
- Richardson, I.B.K. (1980). *Gagea* Salisb. In Tutin et al. (eds.), *Alismateaceae to Orchidaceae* (Monocotyledones), *Flora Europaea*. Vol. 5: 26-28. Cambridge University Press, Cambridge.
- Schnittler, M., Pfeiffer, T., Harter, D. & Hamann A. (2008). Bulbils contra seeds: reproductive investment in two species of *Gagea* (Liliaceae). *Plant. Syst. Evol.*, 279: 29-40.
- Schultes, f. (1830). *Gagea foliosa* Schult. f. in Roemer & Schultes, *Syst. Veg.*, ed. 15 bis, 7(2): 1703.
- Terracciano, A. (1904a). *Gagearum novarum* diagnoses. *Boll. Soc. Orticola di Palermo*, 2(3): 3-10.
- Terracciano, A. (1904b). Per la priorità delle mie *Gagearum novarum* diagnoses. *Boll. Soc. Orticola di Palermo*, 2(4): 1-7.
- Terracciano, A. (1905a). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola — *Bol. Soc. Aragon. Ci. Nat.* 4 (6, 7, 8): 188-253.
- Terracciano, A. (1905b) (30 – Octubre). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola, Palermo, 65pp.
- Terracciano, A. (1905c). Le *Gagea* della flora portoghese. *Bol. Soc. Brot.*, 20: 200-206
- Terracciano A. (1905d). Les espèces du genre *Gagea* dans la flore de l'Afrique boréale. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 52, *Mém.* 2: 1-26.
- Terracciano A. (1906). *Gagearum* species florae orientalis. *Bulletin de l'Herbier Boissier, Sér. 2* 6: 105–120.
- Thiers B. (2016). [continuously updated]. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/> (accessed 12 March 2016).
- Tison, J. M. (1998). *Gagea granatelli* (Parl.) Parl. en France. *Monde Pl.* 462 : 1-6.
- Tison, J. M. (2001). Typification de *Gagea cossoniana* Pascher, de *Gagea fragifera* (Vill.) Ehr. Bayer et G. Lopez et de *Gagea maroccana* (A. Terracc.) Sennen et Mauricio — *Candollea* 56(1): 197-202.
- Tison, J. M. (2002). *Gagea* Salisb. In Valdes, B., M. Rejdali, A. Achhal El Kadmiri, J. L. Jury & J. M. Montserrat (eds.) — Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, incluant des clés d'identification. *Checklist of vascular plants of N Morocco with identification keys* 2: 855-856. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid.
- Tison, J.M. (2004a). Contribution à la connaissance du genre *Gagea* Salisb. (Liliaceae) en Afrique du Nord., *Lagascalia* 24: 67-87.
- Tison, J. M. (2004b). Identité et situation taxonomique de *Gagea polymorpha* Boiss. *Candollea* 59: 109-117.
- Tison, J. M. (2009). An update of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in the Iberian Peninsula. *Lagascalia* 29: 7-22.
- Tison, J. M. & D. Jeanmonod. (2001). *Gagea granatellii* (Parl.) Parl. In Jeanmonod, D. & A. Schlüssel. Notes et contributions à la flore corse, XVII. *Candollea* 56: 151-152.
- Tison, J.M, Peterson, A., Harpke, D. & Peruzzi, L. (2012) (on line). Reticulate evolution of the critical mediterranean *Gagea* sect. *Didymobulbos* (Liliaceae) and its taxonomic implications. *Plant Syst Evol* (2013) 299:413–438.
- Valdés B., Rejdali M., Achhal A., El Kadmiri S., Jury L. & Montserrat M. (eds), (2002) - Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, S.I.C. Madrid, 2 vol.

CAPÍTULO 6.10

Sinopsis del género *Gagea* (Salisb.) en el suroeste peninsular

Sinopsis del Género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) en el Suroeste Penínsular

Resumen:

Se efectúa una sinopsis del género *Gagea* Salisb. dentro del suroeste de la Península Ibérica. Representado tradicionalmente por cinco especies en este territorio, en los últimos años se han producido varios estudios, que hacen necesario revisar la concepción tradicional del género. Se realiza una prospección por todo el territorio, identificando el material, con estudios contrastados frente a la bibliografía existente, y con otros taxones del área mediterránea e ibérica. Complementariamente se realizan estudios anatómicos y morfológicos específicos, que nos ayuden a atender la diversidad del género, en algunos casos novedosos. Además, se incluyen una sinopsis taxonómica y claves dicotómicas. Se recogen citas corológicas existentes, se aportan nuevos datos, analizando la distribución de cada taxo. Entre otros resultados, se confirma la segregación de *Gagea lusitanica* A. Terrac., y *Gagea elliptica* A. Terrac., dentro del grupo *Gagea foliosa* C. Presl. f., se estudia la diversidad del grupo *Gagea soleirolii* Schult. ex Mutel, o se incluyen nuevas citas corológicas como *Gagea apulica* J.M. Tison & L. Peruzzi y *Gagea ramulosa* A. Terrac. en el territorio peninsular.

Palabras clave: Liliaceae; *Gagea*; Extremadura; Península Ibérica; taxonomía; corología.

Summary:

A synopsis of the *Gagea* Salisb. genus (Liliaceae) on Southwest of Iberian Peninsula is made. This genus has been represented by five species in this area, but last decade several new studies have made necessary a new revision, about the traditional concept of this particular genus. A prospection for all territory was developed, recognizing the material, in contrast with the literature review and material from other taxons of the mediterranean area or Iberian Peninsula. In addition, anatomical and morphological in depth studies are done, in order to understand the genus diversity, in some cases offering novelty data. In addition, a taxonomic synopsis and dichotomous keys are included. Existent chorological data is studied, together new chorological data, analysing the distribution of each taxon.

At the same time, it is confirmed the segregation of *Gagea lusitanica* A. Terrac. and *Gagea elliptica* A. Terrac., within the *Gagea foliosa* C. Presl. f. group and it is studied the variety of the *Gagea soleirolii* Schult. ex Mutel group, and one of the controversial species as *Gagea granatelli* (Parl.) Parl. s.l., or new chorological dates are included as *Gagea apulica* J.M. Tison & L. Peruzzi and *Gagea ramulosa* A. Terrac in Iberian Peninsula.

Key words: Liliaceae; *Gagea*; Extremadura; Iberian Peninsula; taxonomy; chorology.

1. Introducción

Dentro del género *Gagea* Salisb. se reconocen hasta 300 representantes, según diversos autores, incluyendo numerosas variaciones nomenclaturales encontrando dentro del área mediterránea un importante núcleo de diversidad secundaria y una evolución filogenética reciente (Levichev, 1999; Zarrei & Zarre, 2005; Peruzzi *et al.*, 2007; Ferrer *et al.* 2007a; Peterson *et al.*, 2008, 2015, 2019; Tison *et al.*, 2012; López, 2013), concretamente, la sección *Didymobulbos* más abundante en la península ibérica, tendría un antigüedad, de 3.4–2.8 m.a.), desde el mioceno medio (Levichev, 1999; Peterson *et al.*, 2019), iniciando un proceso de diversificación y especiación. A pesar de la dificultad taxonómica del género, en los últimos se han publicado diversas referencias taxonómicas asociada a estudios cariológicos, palinológicos, ontogénicos, anatómicos o moleculares (Zarrei & Zarre, 2005; Peruzzi *et al.*, 2007; Ferrer *et al.* 2007a; Edwan, 2008; Peterson *et al.*, 2008, 2015, 2019; Gutiérrez & Vázquez, 2011; Tison *et al.*, 2012; Peruzzi *et al.*, 2015), que han supuesto un gran avance para su conocimiento.

Específicamente, en la Península Ibérica, se utilizaban tradicionalmente, los trabajos realizados por el botánico italiano Achille Terracciano (1904a, 1904b, 1905a, 1905b, 1905c), que describía 8 taxones nuevos para el territorio peninsular, pero estos estudios fueron insuficientes, y resultaron taxonómicamente confusos (Bayer & López, 1988a, 1988b, 1989). Posteriormente, a lo largo del S.XX se amplían las citas corológicas en el territorio o se realizan trabajos específicos (Couthino, 1913; Sampaio, 1932; Montserrat, 1981; Bayer & López, 1988, 1991; Pastor, 1987; Molina *et al.*, 1988; Franco & Da Rocha, 1994). Pero, no es hasta los últimos quince años, cuando se aporta mayor información, notas corológicas, herramientas y

descripciones taxonómicas, e incluso la descripción de nuevos taxones (Ferrer *et al.*, 2007, Ferrer & Guara, 2007; Gutiérrez & Vázquez, 2009a, b; Navarro, 2009; Tison, 2009; Peruzzi *et al.*, 2013; López, 2013), ampliando el conocimiento sobre el género *Gagea* en la Península Ibérica. En total, hasta la actualidad, se reconocen entre 12 especies (15 taxones) para la Península Ibérica, según la revisión completa realizada por López (2013).

Esa misma situación se refleja en el territorio objeto de estudio, el Suroeste Peninsular, cuyas primeras citas corresponden a Terraciano (1905a) con la inclusión de cinco taxones, ampliadas posteriormente con varias citas corológicas (Couthino, 1913; Sampaio, 1932; Pastor, 1987; Santos *et al.*, 1989; Amor *et al.*, 1993; Franco & Da Rocha, 1994; Ruiz, 1995; Vázquez *et al.*, 2004; Pinto & Paiva, 2005; Gutiérrez & Vázquez, 2009a, 2009b) o la descripción de nuevas especies (Gutiérrez & Vázquez, 2011a). Posteriormente, el trabajo realizado por López (2013), para Flora Ibérica reconoce en total cuatro especies (seis taxones), manteniendo un concepto *sensu lato* de los taxones más tradicionales del género.

Estas publicaciones permiten aclarar algunos problemas taxonómicos asociados a este género, pero sin embargo, siguen en debate algunos grupos taxonómicos como los complejos *Gagea foliosa*-*Gagea gratanatelli*, o algunos taxones controvertidos como *Gagea lusitanica* A. Terrac., que tienen en este territorio su máxima diversidad (Bayer & López, 1988a; Ferrer, 2007a; Gutiérrez *et al.*, 2011), y que contrastan abiertamente con otras publicaciones más recientes, y que incluyen estudios moleculares, anatómicos y morfológicos más amplios, incluyendo datos de todo el área mediterránea (Zarrei *et al.*, 2011; Tison *et al.*, 2012; Peterson *et al.*, 2015, 2019). Por todo, se necesita revisar de nuevo el número de representantes del género *Gagea* Salisb. presente en este territorio.

El objetivo de este estudio es, por tanto, la revisión taxonómica del género *Gagea* Salisb. en el Suroeste Peninsular, ampliando nuevos datos morfológico, anatómicos, y tratando de aportar una sinapsis completa sobre los representantes del género en este territorio.

2. Material y método

Se realizan prospecciones y recolecciones en el Suroeste Peninsular desde febrero (2007) a abril (2019), centradas en el estudio de los hábitats y la diversidad del género *Gagea*, tratando de abarcar el mayor número de poblaciones y de obtener muestras de toda la diversidad morfológica de cada taxón. Los pliegos son conservadas en los herbarios HSS, SALA, MA, UEX (Thiers, 2016).

Se realiza una profunda revisión bibliográfica de obras específicas, descripciones originales, materiales tipo, y publicaciones, reuniendo información sobre los taxones presentes en el territorio. Se estudian materiales de los herbarios B, BM, COI, ELVAS, FI, G, HSS, K, LISU, MA, MAF, MPU, H-Pérez-Chiscano, SALA, SEV y UNEX (Thiers, 2016), completando el estudio de los materiales tipo y las especies de interés (ver material estudiado).

Se realizan estudios anatómicos complementarios para ayudar a describir y segregar los taxones implicados (Zarrei & Zarre, 2005b; Zarrei *et al.*, 2010; Tison *et al.*, 2012; López, 2013; Stojanović *et al.*, 2019), centrándonos en la sección transversal de hojas basales, por su relación con el desarrollo ontogénico y morfológico de la secc. *Didymibolbus* (Levichev, 1999). El material seleccionado, se fijó con Glutaraldehído 2,5% (Igersheim, 1993; Ruzin, 1999), inclusión en resina (Leica© Historesin Embedding Kit) y tinción azul toluidina-rojo rutecio (modif. Johansen, 1940; Igersheim, 1993). Los moldes son seccionados en cortes seriados de 9-12 µm de espesor seccionados en un micrótomos LEICA RM2155®, y estudiados al microscopio óptico confocal LEICA DMRB®, y se obtienen fotografía de las mismas a 5x, 10x, 20x, 40x, a través de la Cámara de Fotografía Motic y Pantalla Digital Nikon DS-L1®. Las muestras se conservan en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX).

Además, se realiza un estudio morfométricos de los materiales a través de caracteres cuantitativos. Los caracteres estudiados (tabla 1), fueron seleccionados a partir de estudio de materiales, y *obs. pers.* para los taxones presentes en el suroeste peninsular, así como estudios anteriores en el género *Gagea* (Peruzzi *et al.* , 2008a; Tison & al., 2012). Se realiza un análisis estadístico de los datos biométricos cuantitativos analizados, a través del Software R-XLSTAT©, para representantes de 11 taxones, con 24 OTU (n=11.000), mediante prueba paramétrica MANOVA.

También se estudian patrones reproductivos en *Gagea* (Pfeiffer *et al.* , 2011; Schnittler *et al.* , 2009, 2013), por su importancia diagnóstica, y se anotan las características reproductora de cada taxon, Los resultados se recogen en la tabla 2.

El estudio se acompaña con tablas e imágenes para destacar los caracteres morfológicos y anatómicos más significativos, y fotografías de campo de cada taxón.

3. Resultados

Con toda la información recopilada, la revisión de materiales de herbarios y los estudios morfo-anatómicos analizados, es posible indicar dos anotaciones corológicas novedosas, dentro de la diversidad del género en el Suroeste Peninsular, y que han podido pasar desapercibidos previamente. Se segregan taxones de posición controvertida, y se aportan nuevos datos anatómicos sobre el material peninsular. Con todo, se propone el siguiente tratamiento taxonómico:

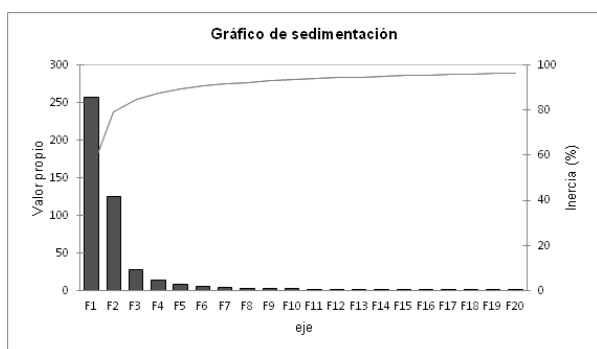
3.1 Clave de indentificación del género *Gagea* Salisb. en el suroeste península

- 1 Planta con (2)3 bulbos, hojas basales 1(2) y tallo anguloso..... *G. pratensis*
1. Planta con 1 (2) solo bulbo de reserva, 2 hojas basales 2
2. Plantas de hojas caulinares congestas, subopuestas, u opuestas, distancia de la segunda hoja caulinar a la inflorescencia de 0- 0,8 (1) cm..... 3
2. Plantas de hojas caulinares claramente alternas, distancia de la segunda hoja caulinar a la inflorescencia de hasta 5 cm 6
3. Plantas con 3-4 hojas caulinares subopuestas o congestas, generalmente sin escapo 4
3. Planta con 2 hojas caulinares opuestas, bulbitos axilares vivíparos, y hojas basales con un ancho de 1-3 cm e inflorescencia de más 4-12 cm..... *G. apulica*
4. Plantas con 3-4 hojas caulinares subopuestas o congestas, generalmente sin escapo, con o sin bulbillos axilares (si presentes, subterráneos) y 7- 9 haces vasculares dispuestos en dos líneas *G. granatelli*
4. Plantas con 2 hojas caulinares, congestas a subalternas, con escapo más o menos evidente y hojas basales con 5-7 haces vasculares..... 5
5. Plantas con 2 hojas basales planas a levemente reniforme, con ancho de más de 1,2 cm, y con 5/7 haces vasculares..... *G. lacaitae*
5. Plantas con hojas caulinares congestas, de hojas basales filiformes hasta 1 cm de ancho, y 5 haces vasculares..... *G. ramulosa*
6. Plantas glabras, sin bulbillos axilares de multiplicación asexual suprabasales 7
6. Plantas pubescentes a glabrescentes, con bulbillos de multiplicación vegetativa suprabasales en al menos algunos ejemplares..... 8
7. Plantas con bulbos de reemplazo rugosos, hojas basales de (1)1,5-2,5(3) mm de anchura, con 5 hacecillos vasculares, pedúnculos florales de glabros a glabrescentes *G. cossoniana*
7. Plantas con bulbos de reemplazo reticulados, hojas basales de (0,8)1-1,2(1,5) mm de anchura, acanalada, con 3- 4 (5) hacecillos vasculares con pedúnculos florales glabros..... *G. soleirolii*
8. Hojas basales planas, levemente acanaladas *G. extremadurensis*
8. Hojas basales reniformes, triquetas o subtriquetas 9
9. Plantas con más de 2 hojas caulinares, claramente alternas, con distancia entre hojas caulinares e inflorescencias en corimbo doble. Sección de hojas basales a menudo fistulosa, con 7 o más haces vasculares..... 10
9. Plantas con 2 hojas caulinares, de alternas a congestas con presencia de un callo debajo de la primera hoja de caulinar. Sección de hojas basales nunca fistulosa *G. lusitanica*
10. Hojas basales subtrigonas, con 5- 7 nervios, haces vasculares intermedios ramificados *G. pseudofoliola*
10. Hojas basales fuertemente en forma de V, fuertemente surcadas con 7- 9 haces vasculares *G. subtrigona*

3.2 Estudio morfológico

El análisis estadístico de datos biométricos calculados para representantes de 11 taxones, con 24 OTU (n=11.000) mediante prueba paramétrica MANOVA, a través del Software R-XLSTAT®, reflejó diferencias estadísticamente significativas entre ellos, con una F (Valor crítico) 1,160 ($p < 0,0001$). Los parámetros estudiados, media, desviación típica y rango máximo y mínimo se representan en la Tabla 1.

En análisis de similitud/disimilitud se usó el coeficiente de Gower (1971). Los datos fueron clusterizados, a través del análisis de componentes principales (PCAmix), representando el gráfico de sedimentación y los 3 primeros componentes a través del gráfico 3D (Gráfico 1), donde se puede comprobar la concordancia de los datos biométricos y la segregación de los grupos taxonómicos.



PCAmix	F1	F2	F3
Valor propio	257,442	125,292	27,839
Variabilidad (%)	53,190	25,887	5,752
% acumulado	53,190	79,077	84,829

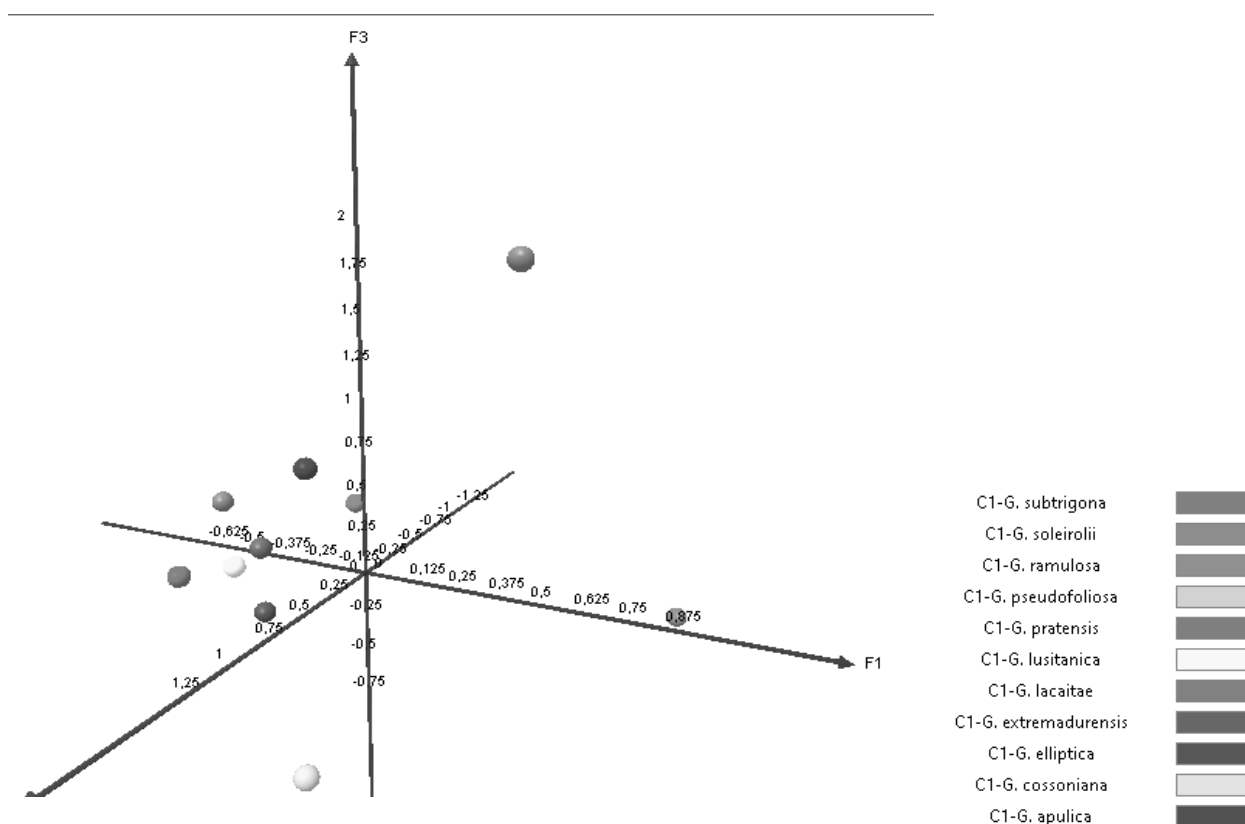


Fig. 1. Representación de PCA mix (coef. Gowen) de los parámetros biométricos estudiados en las especies presentes en el Suroeste Peninsular

ESPECIE	G. pratensis	G. extremadurensis	Gagea subbrigona	G. justianica	G. pseudofoliosa	G. cossoniana	G. cossoniana subsp. elliptica	G. ramulosa	G. gaulica	G. lacatae	G. solitrolii
Datos estadísticos	media	media	media	media	media	media	media	media	media	media	media
	rango	rango	rango	rango	rango	rango	rango	rango	rango	rango	rango
Longitud 2a Hoja Caudal (cm)	3,41 ± 1,08	4,56 ± 2,62	5,97 ± 3,75	4,79 ± 2,57	5,25 ± 2,45	5,33 ± 2,14	3,08 ± 2,09	3,37 ± 1,88	5,79 ± 3,04	4,22 ± 2,19	2,13 ± 1,42
Ancho 2a Hoja Caudal (mm)	2,51 ± 0,87	2,91 ± 1,29	3,3 ± 1,16	2,37 ± 0,677	3,45 ± 1,027	2,81 ± 1,17	2,93 ± 1,51	1,83 ± 0,28	2,16 ± 0,93	2,09 ± 0,94	1,4 ± 0,56
Segunda caulinar	2,25 ± 1,22	3,45 ± 2,62	3,11 ± 0,93	2 ± 0	2 ± 0	8,2 ± 3,19	4,66 ± 2,61	1,5 ± 0,71	2,71 ± 1,3	2,66 ± 1,15	2 ± 0,84
Nº brácteas	Longitud Bractea mayor (cm)	4,79 ± 3,49	1,93 ± 0,80	2,42 ± 1,40	2,21 ± 0,84	2,46 ± 1,15	2,28 ± 2,58	2 ± 1,41	3,82 ± 1,24	2,88 ± 1,08	0,68 ± 0,24
	Ancho Bractea mayor (mm)	3,40 ± 1,74	1,76 ± 0,99	1,30 ± 0,56	1,69 ± 1,47	1,83 ± 0,79	2,71 ± 0,86	1,57 ± 0,74	1,17 ± 0,79	1,48 ± 0,42	0,68 ± 0,32
Brácteas	Longitud inflorescencia (cm)	5,01 ± 1,38	6,21 ± 4,15	4,12 ± 0,95	4,3 ± 1,2	3,98 ± 0,53	8,6 ± 2,48	12 ± 1,8	6,8 ± 2,24	6,35 ± 3,63	2,79 ± 1,25
	nº flores totales	3,71 ± 1,71	3 ± 2,17	4,5 ± 2,915	5,04 ± 2,79	5,93 ± 4,21	7,25 ± 4,46	3,907 ± 2,61	3,337 ± 1,97	3,07 ± 1,60	2,11 ± 1,77
Infloresc	Longitud pedúnculo mayor (cm)	2,75 ± 1,19	3,01 ± 0,76	3,475 ± 1,10	2,66 ± 0,70	7,71 ± 4,51	3,675 ± 0,789	1,6 ± 0,65	4,91 ± 1,67	3,24 ± 1,09	1,89 ± 1,07
	Longitud tépalo (mm)	15,21 ± 3,40	13,26 ± 1,46	12,93 ± 2,54	12,37 ± 1,76	6,06 ± 3,96	11,17 ± 1,72	10,5 ± 1,32	16,22 ± 2,52	13,58 ± 2,59	8,04 ± 2,14
Tépalos	Ancho tépalo (mm)	2,67 ± 0,83	3,11 ± 0,74	3,28 ± 1,24	2,81 ± 0,56	2,52 ± 0,38	2,5 ± 0,77	2,25 ± 0,28	3,09 ± 0,63	2,77 ± 0,48	2,03 ± 2,51
	Longitud del filamento (mm)	2,24 ± 1,81	5,61 ± 0,61	6,5 ± 1,12	5,9 ± 1,14	4,57 ± 0,72	4,75 ± 0,5	5,66 ± 0,58	6,75 ± 1,52	6,19 ± 1,05	1,86 ± 7,31
Androceo	Longitud anteras (mm)	1,12 ± 0,33	1,84 ± 0,65	2,32 ± 0,98	2,05 ± 0,45	1,66 ± 0,38	1,8 ± 0,45	1,7 ± 0,26	1,97 ± 0,82	1,71 ± 0,54	0,99 ± 0,28
	Longitud ovario (mm)	3,66 ± 0,57	4,23 ± 0,75	4,42 ± 0,49	4 ± 0,74	3,78 ± 0,77	4 ± 1,41	3,70 ± 0,80	4,61 ± 0,82	4 ± 0,81	2,42 ± 1,03
Gineceo	Longitud estilo (mm)	3,78 ± 1,51	4,20 ± 0,52	4,25 ± 0,71	4,71 ± 0,44	3,96 ± 0,50	3,92 ± 0,66	3,85 ± 0,59	5,72 ± 1,08	4,47 ± 0,40	2,99 ± 0,61
		1,5-8	3-5	2,3-5	3,7-5,5	0,3-5	3-5	3-5	3-5	4,4-5	0,4-5

Tabla 1. Medias estadísticas, desviación típica y rangos de variación de los caracteres biométricos estudiados en los taxones del género Gagea Salisb. presentes en el Suroeste Peninsular.

ESPECIE	Conjunto bulboso			Morfotipos diferentes	Morfotipos de plantas floríferas			Cuerpos reproductivos		
	3-4 bulbos	2 bulbos con raíces no lignificadas	2 bulbos con raíces muy lignificadas		Sin reproducción asexual	Bulblos tipo I	Bulblos tipo II	Ausencia de cuerpos bulbíferos asexuales	Presencia de cuerpos bulbíferos asexuales no pedunculados	Presencia de cuerpos bulbíferos asexuales pedunculados
<i>G. apulica</i>		+	+	3	+	+			+	
<i>G. cossoniana</i>		+		1	+			+		
<i>G. cossoniana</i> sbsp. <i>elliptica</i>		+		1	+			+		
<i>G. extrematurrensis</i>		+		3	+				+	
<i>G. granatelli</i>			+	3	+	+		+		
<i>G. lacatae</i>			+	3	+	+		+		
<i>G. lusitana</i>			+	4	+	+		+		
<i>G. prutenis</i>	+			1	+		+			
<i>G. pseudogibbosa</i>		+		2	+	+				
<i>G. ramulosa</i>			+	3	+	+		+		
<i>G. soleritii</i>		+		2	+					
<i>G. subbrigona</i>			+	3	+	+			+	

Tabla 2. Patrones reproductivos de los taxones del género *Gagea* Salisb. presentes en el Suroeste Peninsular: conjunto bulboso, morfotipos o cuerpos de reproducción asexual. Morfología de bulbos asexuales según clasificación de Schmitler *et al.*, 2013.

En el análisis biométricos solo se incluyen características morfológicas de individuos floríferos estudiados, descartando incluir ejemplares de *G.granatelli*, por ser una población reducida, y disponer de un número de datos no significativos.

Como es de esperar, el taxon más disperso en la matriz representada sería *G. pratensis*, pero también se dispersan *G. pseudofoliosa*, *G. cossoniana* y *G. ramulosa*, por sus características morfológicas. También se observa mayor proximidad taxones como *G. lacaitae*, *G. lusitanica*, *G. extremadurensis* y *G. cossoniana* subsp. *ellíptica*.

Los análisis de varianza de los caracteres morfológicos utilizados, refleja aquellos más significativos en la segregación entre taxones, como se regleja en la Gráfica 3.

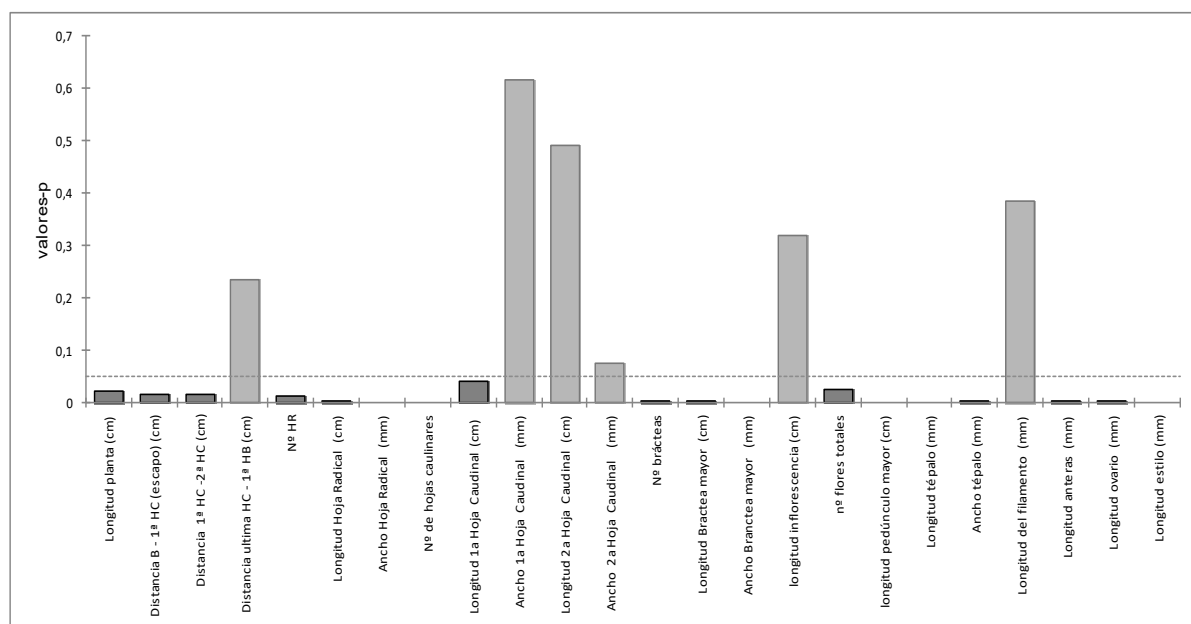


Fig. 2. Analisis de varianza de los caracteres morfológicos estudiados, según el del valor estadístico (coef. Levene) (n=11.000)

Los datos indican que los caracteres morfológicos con mayor variación dentro de los taxones del género *Gagea* en el suroeste peninsular, son la distancia entre la última hoja caulinar y la bráctea presente en la base de la inflorescencia, las medidas de hojas caulinares, longitud de la inflorescencia, y longitud de los filamentos. En menor medida, el número de flores o la longitud total de la planta.

Sin embargo, solamente con el uso de datos morfológicos para la identificación individual de ejemplares no es idónea, debido a la plasticidad morfológica del género, fenómenos de hibridación y la proximidad entre algunos taxones por proximidad evolutiva, por eso, es necesario completar claves y elementos diagnósticos adicionales.

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica	Levene (p-valores)
Longitud planta (cm)	2,300	29,500	10,867	3,879	0,022
Distancia B - 1ª HC (escapo) (cm)	0,000	20,000	3,399	2,212	0,015
Distancia 1ª HC - 2ª HC (cm)	0,000	5,500	1,450	0,962	0,016
Distancia última HC - 1ª HB (cm)	0,000	5,000	1,493	0,867	0,236
Nº HR	0,755	23,000	2,010	1,184	0,012
Longitud Hoja Radical (cm)	1,000	43,000	15,935	6,925	0,001
Ancho Hoja Radical (mm)	0,300	6,000	1,698	0,876	<0,0001
Nº de hojas caulinares	0,000	4,000	1,773	0,526	<0,0001
Longitud 1ª Hoja Caudinal (cm)	0,700	25,500	7,369	3,617	0,040
Ancho 1ª Hoja Caudinal (mm)	0,500	23,000	3,934	1,946	0,616
Longitud 2ª Hoja Caudinal (cm)	0,600	16,000	4,464	2,089	0,492
Ancho 2ª Hoja Caudinal (mm)	0,500	7,000	2,502	0,968	0,075
Nº brácteas	0,000	12,000	3,384	1,573	<0,0001
Longitud Bractea mayor (cm)	0,400	18,000	2,538	1,676	<0,0001
Ancho Bractea mayor (mm)	0,100	8,000	1,891	1,014	<0,0001
longitud inflorescencia (cm)	0,500	15,500	7,005	2,668	0,320
nº flores totales	1,000	17,000	4,838	2,817	0,025
longitud pedúnculo mayor (cm)	0,200	13,500	3,522	2,056	<0,0001
Longitud tépalo (mm)	2,000	22,000	10,458	3,509	<0,0001
Ancho tépalo (mm)	1,000	23,000	2,813	1,273	0,000
Longitud del filamento (mm)	1,000	66,000	5,514	3,423	0,384
Longitud anteras (mm)	0,500	4,000	1,710	0,515	0,000
Longitud ovario (mm)	1,200	6,500	3,336	0,784	<0,0001
Longitud estilo (mm)	1,500	8,000	3,663	0,824	<0,0001

Tabla 3. Valores estadísticos de caracteres estudiados para el género *Gagea* Salisb. En el Suroeste Peninsular, según el análisis de varianza (contraste Levene) XLSTAT-R ©

3.3 Patrones reproductivos

La observación realizada del estudio in situ y la caracterización posterior, así como la bibliografía existente (Levichev, 1999; Schnittler *et al.* 2013, 2017) destacan la importancia del conjunto bulboso, y bulbillos de reproducción asexual para segregar e identificar los taxones del género *Gagea*, ya que, constituyen una herramienta diagnóstica de peso.

Los resultados obtenidos del estudio realizado en los representantes del Suroeste Peninsular se reflejan en la tabla 2.

Entre los patrones reproductivos destaca la existencia de cuerpos reproductivos, que suelen coincidir con ejemplares de primer o segundo año, que solamente desarrollan bulbillos de reproducción asexual. Para los bulbillos axilares se utiliza la terminología propuesta por Schnittler *et al.* (2013), clasificando bulbillos tipo I, bulbillos de la misma edad, que se forman o bien basales (en la axila de la segunda hoja y tipo II, como bulbillos aéreos (en las axilas de hojas caulinares).

Estos ejemplares reproductivos, varían en morfología de evidentemente vivíparos, vivíparos, y/o pedunculados, y coinciden con los taxones más xerofíticos. Morfortipos con/ sin bulbillos asexuales suprabasales o basales, o morfortipos sin reproducción asexual suprabasal, que solamente se reproducirían sexualmente o asexualmente a través del bulbillo de reposición.

En otro extremo estaría el conjunto bulboso de *G. pratensis*, compuesto de 3- 4 bulbos dentro del conjunto bulboso, y ausencia de reproducción asexual en hojas caulinares, aunque también tiene bulbillos asexuales como reemplazo en periodos de latencia.

3.4 Resultados anatómicos

Otro estudio complementario de valor taxonómico se desarrolló a través de la morfología de cortes anatómicos en las hojas basales. Se observaron parámetros como el relieve de la cara adaxial y abaxial, disposición y número de los haces vasculares (estandarizando la zona elegida para efectuar los cortes), y tipos de células o tejidos observables (Peruzzi *et al.* , 2007; Zarrei *et al.*, 2010).

En los representantes del género en el Suroeste Peninsular, se puede segregar como características generales de la sección de hojas basales: a) secc. *Gagea*, con morfología lineal y haces vasculares en disposición lineal o forma de V (Stojanović *et al.* 2019); y b) secc. *Didymobulbos*, con parénquima más o menos clorófilo, mesófilo más o menos abundante y diversos modelos en el número de haces vasculares y disposición de los haces vasculares (Zarrei *et al.* , 2010; Tison *et al.* , 2012). El estudio anatómico realizado se anota en un apartado específico para cada uno de los taxones estudiados.

Con todos los estudios realizados, recolección y estudio in situ, estudio de obras y tipos de taxones implicados, revisión taxonómica, estudio de materiales de herbario, y estudios complementarios, biométricos, anatómicos y reproductor, se redacta la siguiente synopsis taxonómica del género *Gagea* en el suroeste peninsular:

3.5 Sinopsis taxonómica

Gagea Salisb., *Ann. Bot.* [König & Sims]. 2(3): 555 (1806).

Sinónimos: = *Bulbillaria* Zucc., *Pl. Hort. Bot. Moench.* 3: 229, t. 2 (1843). = *Fenelonía* Raf., *Altantic J.* 1: 145 (1832). = *Hemierium* Raf., *Fl. Tellur.* 2: 27 (1837) = *Hornungia* Bernh., *Flora* 23: 392 (1840). = *Nectarobothrium* Ledeb. *Fl. Altaï.* 2: 36 (1830). = *Plecostigma* Turcz. in *Trautv.* *Pl. Imag. Fl. Ross.* 9: t. 2 (1844). = *Solenarium* Dulac, *Fl. Hautes Pyr.* 112 (1867). = *Szechenyia* Kanitz, *Növényt. Gynjtesek Eredm. Graf Szechenyi Bela Keletázsiai Utjából.* 60 (1891). = *Cronyxium* Raf., *Fl. Tellur.* 2: 28 (1837). = *Lloydia* Salisb. ex Rehb., *Fl. Germ. Excurs.* 102 (1830). = *Ornithoxanthum* Link., *Handb.* 1: 161 (1829). = *Rhabdocrinum* Rehb., *Consp. Regn. Veg.*: 65 (1828) = *Boissiera* Haens. ex Willk., *Bot. Zeitung* (Berlin) 4: 313 (1846). = *Bulbillaria* Zucc., *Abh. Königl. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Phys. Kl.* 3: 299 (1843). = *Plecostigma* Turcz. in E.R.von Trautvetter, *Pl. Imag. Descr. Fl. Russ.*: 8 (1844). = *Reggeria* Raf., *Autik. Bot.*: 55 (1840). = *Stellaris* Agostí, *De Re Botanica Tractatus*: 135 (1770) = *Stellaster* Heist. ex Fabr., *Enum.*, ed. 2: 23 (1763). = *Upoxis* Adans., *Fam. Pl.* 2: 20 (1763).

Especie tipo: *G. pratensis* (Pers.) Dumort (Uphof, 1958).

I. Gagea secc. Gagea Salisb. in Ann. Bot. (König & Sims) 2: 555 (1806)

Sinónimos: ≡ *Gagea* sect. *Nudiscaposae* A.Terracc., *Bol. Soc. Orto Palermo* 2(3):. 30 (1905) p.p. ≡ *Gagea* sect. *Nudiscaposae* A.Terracc., *Bull. Herb. Boiss.* 5: 1062. (1905) ≡ *Gagea* sect. *Holobulbos* (K.Koch) Boiss., *Fl. Orient.* 5: 203. (1882).
Especie tipo: *G. pratensis* (Pers.) Dumort. (Uphof 1958)

I.a. Gagea secc. Gagea ser. Gagea

Sinónimos: ≡ *Gagea* sect. *Tribulbos* Boiss., *Fl. Orient.* 5(1): 203. 1882. ≡ *Gagea* subgen. *Eugagea* sect. *Nudiscaposae* subsect. *Dispataceae*, c. *Tribulbosae* A.Terracc., *Bol. Soc. Orto Palermo* 2(3):. 45. 1905.
Especie tipo: *G. pratensis* (Pers.) Dumort.

1. Gagea pratensis (Pers.) Dumort.

Basiónimo: *Ornithogalum pratense* Pers., *Ann. Bot.* (Usteri) 11: 8 (1794). (Ind. loc.: “*Hab. In pratis, mense Aprili*”)
Sinónimos: ≡ *Gagea bracteolaris* Salisb., *Ann. Bot.* (König & Sims) 2: 555 (1805), nom. superfl. ≡ *Gagea gussonei* (A. Terracc.) Stroh, *Beih. Bot. Centralbl.* 57: 495 (1937). ≡ *Gagea nova* Sampaio ex Lopes, *Bol. Soc. Brot.* 11,5: 272 (1932) ≡ *Gagea pratensis* f. *angustifolia* (Peterm.) Soó, *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 15: 355 (1970) publ. 1971).
Gagea pratensis f. *exscapa* (Peterm.) Soó, *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 15: 355 (1970) publ. 1971). ≡ *Gagea pratensis* f. *grandiflora* (Peterm.) Soó, *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 15: 355 (1970) publ. 1971). ≡ *Gagea pratensis* Schult. f. *Syst. vii.* 535 (1729). ≡ *Gagea pratensis* subsp. *gussonii* Bol. Soc. Aragonesa Ci. Nat. 4: 231 (1905). ≡ *Gagea pratensis* subsp. *stenopetala* (Fr.) O.Schwartz, *Mitt. Thüring. Bot. Ges.* 1: 91 (1949). ≡ *Gagea pratensis* var. *sicula* Parl., *Fl. Ital.* 2: 422 (1857). ≡ *Gagea stenopetala* (Fries ex Fries) Rchnb. *Fl. Germ. Excurs.*: 107 (1830). ≡ *Gagea stenopetala* (Fries) Schult. *Fl. Germ. Excurs.*: 107:72, exsicc. 942 (1830). ≡ *Gagea stenopetala* f. *angustifolia* Peterm., *Anal. Pfl.-Schlüss.*: 457 (1845). ≡ *Gagea stenopetala* f. *exscapa* Peterm., *Anal. Pfl.-Schlüss.*: 457 (1845). ≡ *Gagea stenopetala* f. *grandiflora* Peterm., *Anal. Pfl.-Schlüss.*: 457 (1845). ≡ *Gagea stenopetala* subsp. *pratensis* (Pers.) K.Richt., *Pl. Eur.* 1: 195 (1890).
≡ *Gagea stenopetala* var. *pollinensis* N. Terracc., *Atti Reale Accad. Sci. Fis.*, II, 8(9): 5 (1895). ≡ *Ornithogalum luteum*, pl. auct. ≡ *Ornithogalum stenopetalum* Fr. ex Fr., *Novit. Fl. Succ. Alt.*: 87 (1828). ≡ *Ornithogalum stenopetalum* Fries. *Fl. Hall.*:58 (1817) ≡ *Ornithoxanthum pratense* (Pers.) Link, *Handbuch* 1: 151 (1829). ≡ *Ornithoxanthum stenopetalum* (Fr.) Link, *Handbuch* 1: 151 (1829). ≡ *Stellaster pratensis* (Pers.) Kuntze, *Revis. Gen. Pl.* 2: 715 (1891)
Lectotipo e Icono: *Ann. Bot.* (Usteri) 11: Tab. II, fig 1,1a (1794)
Ind. loc.: Hab. in pratis, menfe Aprili.

Distribución: Europa y área mediterránea, alcanzando el Norte de África (Atlas) (Tison, 2001; Tisson, 2004; López, 2013; GBIF, 2018). En el Suroeste Penínsular, las poblaciones se localizan en las Serranías de Gredos (Cc, Av, Sa) (Terracciano, 1905a; Santos *et al.* , 1989; Vázquez *et al.* , 2004). En Portugal, se localiza en Tras o Montes (Sampaio, 1932).

Ecología: Pastizales, o bien en terrenos arvenses como jardines, terrenos abandonados, etc. (Tison, 1997). En la Península Ibérica, en pastos majadeados, suelos removidos, claros de matorrales, rellanos de roquedos y cresteríos con suelos crioturposos, o bien, bosques caducifolios, y áreas de cultivo (López 2013). En el Suroeste peninsular, bosques caducifolios o bien, áreas con presencia de prados de siega. Altitud variable de 600 a 1550 msm.

Características anatómicas:

Hoja basal a radical única generalmente, con sección en general en forma de “V” o falcada, con estructura anatómica con epidermis regular, mesófilo isolateral, parénquima en empalizada y (7)8-10(11) haces vasculares alineados en disposición plana. Coincidiendo con las estructuras descitas por López (2013) y Stojanović, (2019).

Observaciones:

Dentro de la la variabilidad morfológica de *G.pratensis* en el Suroeste penínsular, se han descrito dos taxones sin que existan evidencias suficientes, hasta hoy, para considerarlos taxones independientes: *Gagea pratensis* subsp. *gussonii* Terrac. in *Bol. Soc. Aragonesa Ci. Nat.* 4: 231 (1905) y *Gagea nova* Samp. in *Bol. Soc. Brot.* ser. 2, 6: 272 (1930), descrito en Tras o Montes (Portugal) (Sampaio, 1932). En cualquier caso, ambas descripciones son posteriores a la obra de Persoon (1794). Tras el estudio de materiales de referencia, observamos descripciones basadas en diferencias de escaso valor diagnóstico, y que entrarían dentro de variaciones morfológicas poblacionales, sobre todo, teniendo en cuenta, que el Suroeste Penínsular, sería el límite

occidental en la distribución de este taxon, y que en muchas ocasiones, se trata de poblaciones aisladas y relípticas.

Esa misma situación se refleja en la existencia de numerosos taxones infraespecíficos, sujetos a las variaciones morfológicas locales encontradas por diversos autores, como *G. pratensis* var. *sicula* Parl. (Parlatore, 1857), *Gagea pratensis* f. *angustifolia* (Peterm.) Soó descrita por Peterman (1845), *Gagea pratensis* f. *exscapa* (Peterm.) Soó, y *Gagea pratensis* f. *grandiflora* (Peterm.) Soó. En el material penínsular, López (2013) detecta poblaciones diversas morfológicamente en Cantabria, sin concederle importancia taxonómica.



Fig 3. Fotografía de *G. prantensis* en Castañar de Ibor (Cc) 12/03/2019, flor (a), fructificación y detalle de bulbos (c) en La Garganta (Cáceres). 09-04-2007 (b)

II. *Gagea* sect. *Didymobulbos* (C.Koch) Boiss., *Fl. Orient.* 5(1): 203. 1882.

Basionimo: *Gagea* B. *Didymobulbos* C.Koch, *Linnaea* XXII: 229. 1849.

Sinónimos: ≡ *Gagea* subgen. *Eugagea* sect. *Nudiscaposae* subsect. *Dispataceae* b. *Dibulbosae* A.Terracc. *Bol. Soc. Arag. C. Nat.*4: 223 (1905).

Especie tipo: *G. aurea* C.Koch, *Linnaea* XXII: 229 (1849) (= *Gagea amblyopetala* Boiss. & Heldr.)

2. *Gagea apulica* L. Peruzzi & J.-M.Tison. *Pl. Syst. Evol.* 299(2): 428, fig. 7a. 2012 [28 Nov 2012] [epublished]

Sinónimos: = *Gagea mauritanica* auct. p.p. = *Gagea lacaitae* auct. p.p.

Tipo: Puglia: Lesina (provincia di Foggia), “Bosco Isola” vicino al canale Acquarotta, ca. 5 m, praterie in un típico ambiente di macchia, substrato sabbioso, 6 March 2004, L. Peruzzi et K. F. Caparelli 12697 (CLU)

Ind. loc.: Puglia: Lesina (provincia di Foggia), “Bosco Isola” vicino al canale Acquarotta

Distribución: Especie meso y termo-mediterránea. Se distribuye por Francia, Italia y Sicilia. Novedad corológica para la Península Ibérica.

Ecología: Tomillares y baldíos sobre suelos pizarrosos, margosos.

Características anatómicas: Sección de hojas basales en individuos adultos levemente dimórficas entre ambas hojas basales, con 5-6 haces vasculares. La primera sección de plana a levemente reniforme, con ambas caras acanaladas, y la segunda sección plana, con cara exterior acanalada. Ambas con haces vasculares, exteriores verticales y los secundarios invertidos o inclinados hacia la cara adaxial, y marcado metaxilema.

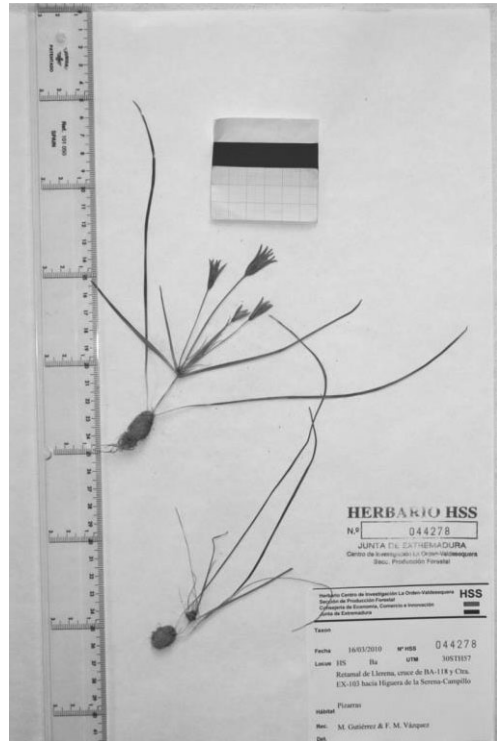
Observaciones:

Perteneciendo al complejo *Gagea granatelli*, distribuido ampliamente en el mediterráneo occidental, se puede distinguir *G. apulica* J.M. Tison & L. Peruzzi (type B, Tison 1998), de hojas claramente opuestas y presencia de bulbillos asexuales sésiles, cuya presencia ha sido recientemente aceptada en Sicilia, Francia e Italia (Peruzzi *et al.*, 2009; Tison *et al.* 2012) y que ahora ampliamos a la región suroeste de la Península Ibérica. El material descrito corresponde a las poblaciones localizada en Extremadura (Ba: Retamal de Llerena, La Parra y Nogales), compartiendo hábitat con otros taxones del género: *G. extremadurensis* M. Gutiérrez & F. M. Vázquez y *G. lusitanica* A. Terrac. y *G. granatelli* Parl. Los materiales recolectados no coincidían con las especies citadas hasta la fecha en el material peninsular, por lo que se realizó una profunda revisión de grupos próximos. La comparación con materiales de herbario, descripciones originales, y diversas obras nos hizo aproximar inicialmente este material a *G. lacaitae* A. Terrac., *G. mauritanica* Durieui, o *G. lusitanica* A. Terrac., sin que coincidieran por la posición de las hojas cualinares, claramente opuestas, y longitud de la inflorescencia, de 4-11,5 cm, pedúnculo piloso, y longitud de los tépalos, de 11-20 mm.

Finalmente, tras la publicación de *G. apulica* (Tison *et al.* 2012), establecimos la concordancia entre los materiales extremeños y el nuevo taxon descrito en área mediterránea, correspondiendo por tanto, la población limítrofe en su área de distribución occidental. Los estudios anatómicos realizados, también confirman la existencia de este nuevo taxon en Extremadura, en coincidencia con los descritos por Tison *et al.* (2012).



a



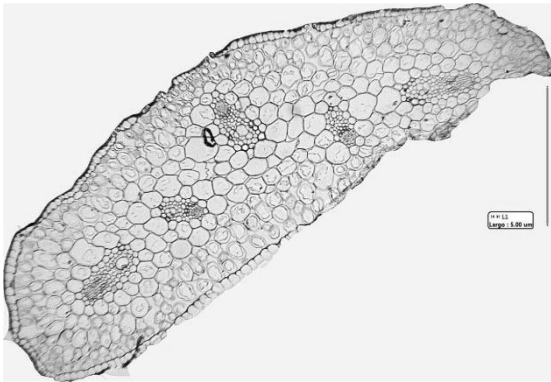
b



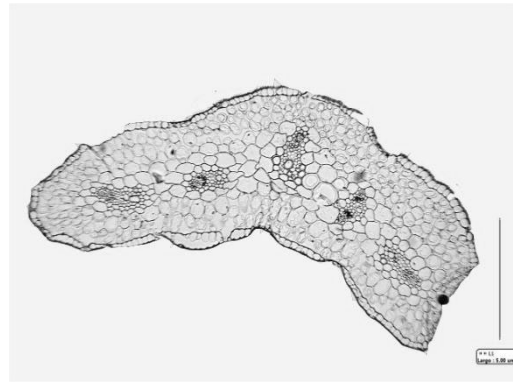
c



d



e



e

Fig 3. *Gagea apulica* J.M. Tison & L. Peruzzi, en Retamal (Ba) (16/03/2020). Detalle de la planta (a), pliego herborizado (b), flor (c), bulbillos asexuales (d) y sección de hojas basales (e).

3. *Gagea cossoniana* Pascher, Stiz.-Ber. Deutsch. Naturw.-Med. Ver. Böhm, «Lotos», n. ser. 52: 119-120. 1904.

Sinónimos: ≡ *Gagea foliosa* auct. hisp., non Schult.f., *Syst. Veg.*, ed. 15 bis [Roemer & Schultes] 7(2): 1703. 1830. ≡ *Gagea foliosa* subsp. *cossoniana* (Pascher) A.Terracc., *Bull. Soc. Bot. France* 52: 16. 1905.

= *Gagea elliptica* auct. pl., non A.Terracc., in *Bol. Soc. Arag.* 4: 238. 1905. = *Gagea foliosa* subsp. *elliptica* auct. hisp. non A.Terracc., in *Bol. Soc. Arag.* 4: 238. 1905; *Boll. Soc. Ort. Palermo* 3: 50. 1905. = *Gagea foliosa* subsp. *elliptica* por part. (apud López, 2013) = *Gagea polymorpha* auct. hisp., non Boiss., *Voy. Bot. Espagne* 2: 611. 1842.

Lectotipo (lectotipo designado, segundo ejemplar a la izquierda): Açakauoublagh —Mont Omahou (Tazeroualt S. W. Marokko). Pays montagneux a 1 journée de marche au NE du Tazeroualt, Sud-Ouest du Maroc. Mardochee, 1876, herb. Cosson / *Gagea cossoniana* Pascher/ *nv. sp. Det. A.P. (litt.)*(PR!)

Syntypus 1: G 165827! (Tison, 2001 sub. Lectotypus); Syntypus2: G 165828!; Syntypus 3: K 363652!

In. loc.: Morocco, El May (Sahara) — Açakauoublagh —Mont Omahou (Tazeroualt S. W. Marokko).

Distribución: área occidental de la región mediterránea, incluyendo Península Ibérica y Norte de África. Se consideró presente en la mitad septentrional de la Península Ibérica por Bayer & López (1988a), Gutiérrez & al., (2009) en Extremadura y más recientemente Tison *et al.* (2012) en la Serranía de Ronda (Málaga).

Ecología: Afloramientos o roquedos en bosques templados o matorral mediterráneo. Indiferente edáfica, es más abundante en suelos calizos. 300-800 msm.

Características anatómicas: Sección de hojas basales generalmente homogéneas, forma acorazonada obcordiforme, surcadas en cara adaxial, y 5 (6) haces vasculares dispuestos en V.

Observaciones: Posteriormente a la descripción de *G. cossoniana* Pascher, se describe para la Península Ibérica *G. foliosa* subsp. *elliptica* A.Terracc. (Terraciano, 1905a), pero, en un trabajo posterior, para el Africa boreal, el mismo autor indica que *G. foliosa* subsp. *elliptica* A.Terracc., y *G. cossoniana* están próximas, subordinando la segunda como *G. foliosa* subsp. *cossoniana* (Pascher) A.Terracc.(Terraciano, 1905b), poniendo en evidencia, la relación entre ambos taxones (Terraciano, 1905b; Maire, 1958).

Gagea cossoniana fue descrito por Pascher (1904) en materiales procedentes del norte de África, y recolectados por Cosson, desde entonces, ha sido un taxón controvertido (Bayer & López, 1988a). Su lectotipificación (Peruzzi & Tison, 2007) tampoco ha resuelto las dudas sobre el taxon, ya que tipificación sobre materiales conservados en G, es dudosa. El material tipo debería buscarse en el herbario y centro donde A. Pascher estudió, que sería Praga (PR), y sólo en el material de PR aparece indicación expresa de Pascher, con indicación *G. cossoniana* Pascher. un pliego con la etiqueta *Açakauoublagh Mont Omahou* de Cosson (PR!), y que se ajusta plenamente a la descripción original, y que se caracteriza por disponer de 4 ejemplares incompletos, ninguno dispone de bulbo ni hojas basales, pero el ejemplar más florífero, situado segundo contando desde la izquierda, es el que cuenta con más caracteres de los reflejados en la descripción original y que proponemos como nuevo lectotipo. En general los materiales conservados en el pliego se caracterizan por disponer de tallos fistulosos en la mitad basal, plantas de hasta 22 cm de altura con inflorescencias de hasta 8 flores, que ramifican en las hojas caulinares. En todos los casos la primera hoja caulinar es ancha, de más de 4 mm en la base, acuminada y supera la inflorescencia. La segunda hoja caulinar igualmente ancha en la base de hasta 3,5 mm, iguala o supera ligeramente a la inflorescencia. Las flores están dispuestas en inflorescencias corimbiformes, sobre pedúnculos largos, glabros de hasta 3,4 cm y con tépalos ovado-oblongos coloreados de tono verdoso el envés, con los nervios marcados y el haz de amarillo dorado. Este material, concuerda plenamente con los materiales del suroeste peninsular, asociados a *G. foliosa* o *G. foliosa* subsp. *elliptica* A.Terracc., pero que tras su estudio y caracterización, podemos segregar plenamente de *G. foliosa*, si bien, como valoró Terraciano (1905a), este material coincide con las formas más esbeltas y reducidas presentes en la Península Ibérica, y que incluimos como: *Gagea cossoniana* subsp. *elliptica* (A. Terracc.) M. Gutiérrez D. Abel & F. Llera, subsp. nov.

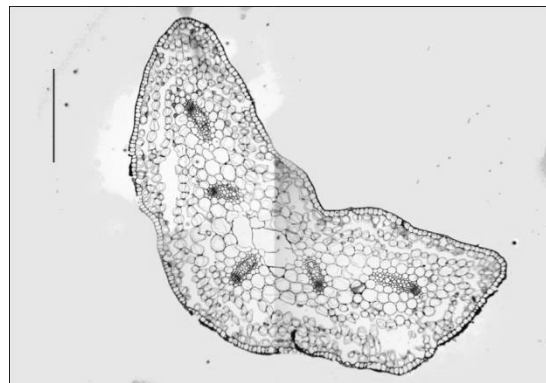
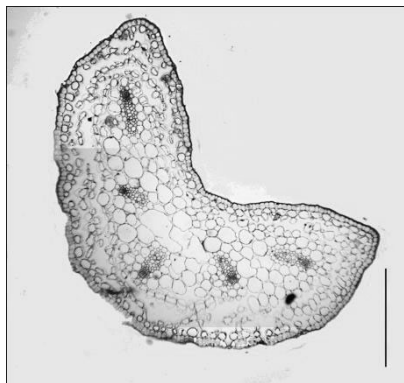


Fig 4a. *Gagea cossoniana* Pascher, en Valle de Santa Ana (Ba) (9/03/2020). Detalle de la planta (a) bulbos (b) flor (c), y sección de hojas basales (d).

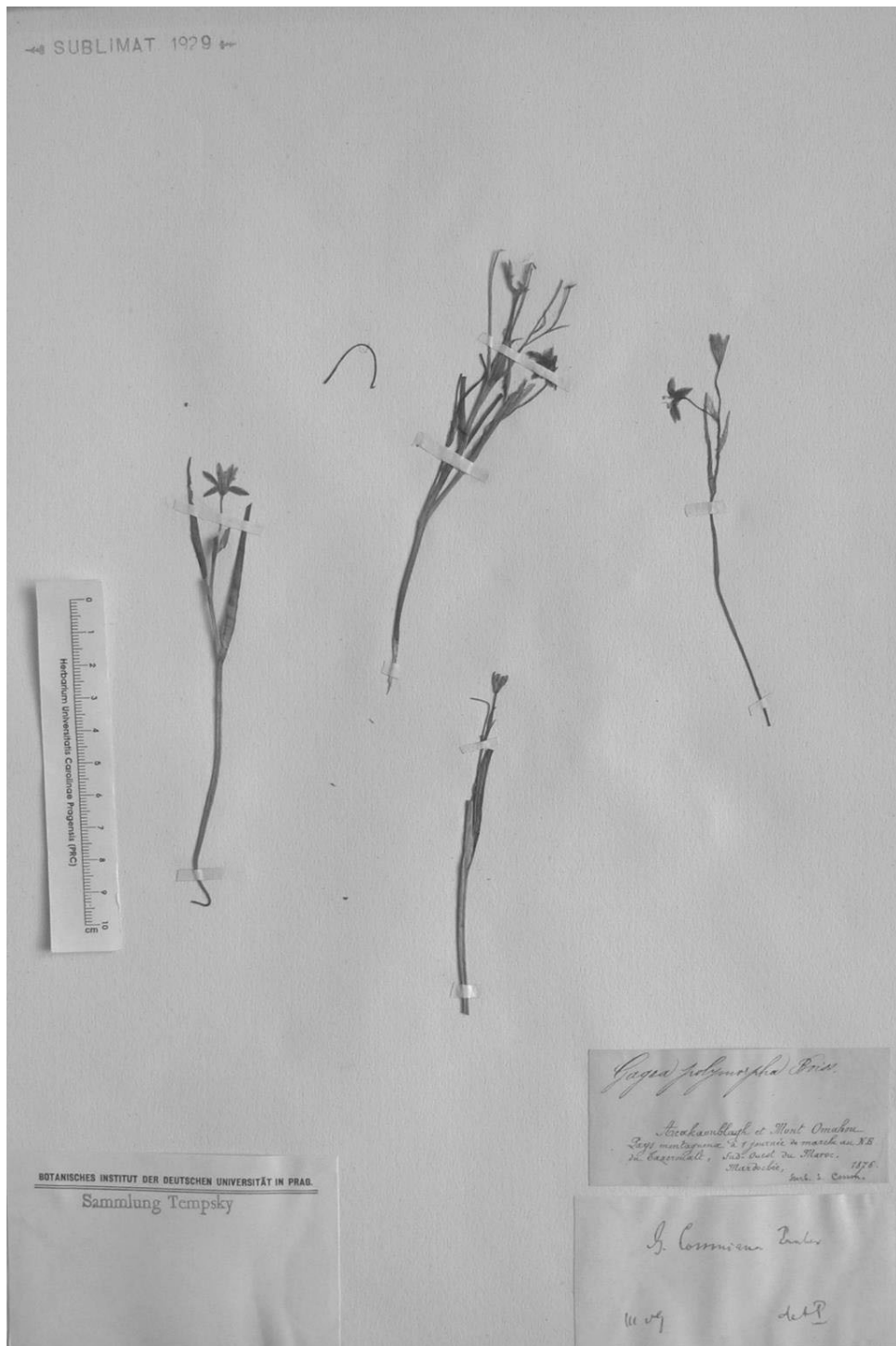


Fig 4b. Lectotipo propuesto para *Gagea cossoniana* Pascher, conservado en PR, y estudiado por Pascher (Açakauonblagh —Mont Omabou (Tazeroualt S. W. Marokko). Pays montagneux a 1 journée de marche au NE du Tazeroualt, Sud-Ouest du Maroc. Mardochee, 1876, herb. Cosson / *Gagea cossoniana* Pascher/ *nv. sp.* Det. A.P.. litt.(PR!)

3b. *Gagea cossoniana* subsp. *ellyptica* (A. Terracc.) M. Gutiérrez, D. Abel & F. LLera, subsp. nov.

Basionimo: *G. foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schultes & Schultes f. l. subsp. *ellyptica* A. Terracc., *Bol. Soc. Aragonesa Ci. Nat.* 4: 238 (1905)

Sinónimos ≡ *Gagea ellyptica* A. Terracc., in *Bol. Soc. Arag.* 4: 238. 1905; *Boll. Soc. Ort. Palermo* 3: 50. 1905. *categ. conf.* ≡ *Gagea elliptica* (A. Terracc.) Stroh, *Beib. Bot. Centralbl.* 57(E): 487. 1937. *comb. superfl.* = *Gagea iberica auct., pl.*, non A. Terracc. *Boll. Soc. Ort. Palermo* 2(3): 6. 1904. = *Gagea polymorpha auct., hisp.*, non Boiss., *Voy. Bot. Espagne* 2: 611. 1842. = *Gagea foliosa* subsp. *ellyptica* *por part.* (*apud.* López, 2013) = *Gagea polymorpha auct., hisp.*, non Boiss., *Voy. Bot. Espagne* 2: 611. 1842.

Ind. loc.: *Sierra de Ronda, sur les roches calcaires, rare, 3.II.1890 (Plantes de l'Analousie, ex herb. Hervier) et Grazalema, rare, (ex herb. Hervier)*

Lectotipo: *G. nova species, ex Hisp. meridion., s.d. Boissier s.n. (G-BOISS!) (Tison et al., 2012)*

Sintipo: *Gagea nova/ species/ ex Hispania/ meridionali/ D/ Gagea elliptica nov. subsp./ A. Terracciano G00165083!; G-BOISS!; G00165083! COI-WILLK!*

Distribución: Península Ibérica y Norte de África (López, 2013). Los materiales peninsulares que se ajustan a *Gagea cossoniana* subsp. *ellyptica* son más abundantes en la mitad meridional, aunque tienen amplia distribución por el territorio peninsular, incluyendo Portugal, dónde se cita para Algarve (Tison, 2009), y aquí ampliamos al Baxo y Alto Alentejo.

Ecología: Olivares, o encinares con matorral, linderos o suelos pedregosos. Suelos cuarcíticos, calizos y pizarrosos, 700-1000 msm

Características anatómicas: Sección de hojas caulinares levemente dimorficas, con forma acorazonada u obcordiforme en la hoja basal primaria (similar a *G. cossoniana*), surcada, y presencia de 5 haces vasculares, y forma reniforme a abarquillada en la segunda hoja caulinar, con 4 haces vasculares, levemente surcada, y de menor tamaño.

Observaciones:

Aunque este taxon presenta distintos morfotipos en función de la inflorescencia, más o menos florífera, no presenta reproducción asexual suprabasal, coincidiendo con el morfotipo de *cossoniana* subsp. *cossoniana*. El material de herbario estudiado (incluido tipo y sintipos) (designado por Tison *et al.*, 2012), se caracteriza por ser plantas de tallo no fistuloso, de tamaño medio, que no superan los 20 cm, con hojas caulinares generalmente más cortas que la inflorescencia. Son taxones muy próximos aunque los podemos distinguirlos por el tallo fistuloso de *G. cossoniana* subsp. *cossoniana*, grosor y tamaño del tallo, fistuloso en madurez, y especialmente por la longitud de la primera hoja caulinar de 5-18 (20) cm, y que en *G. cossoniana* subsp. *ellyptica* abarcan de 1-5-12 (14 cm).

Tradicionalmente estos materiales se han podido incluir en *G. foliosa* Roemer & Schultes; *G. polymorpha* Boiss., *G. lacitae* A. Terracc., o *G. lusitanica* (A. Terracc.) (Tison, 2012; López, 2103). Sin embargo, tras el estudio de numerosos materiales, descartamos la proximidad a *G. foliosa*, que solo estaría presente en la Península Ibérica, en el área de S. Nevada, como describió Boissier (1838) como *Gagea nevadensis*, pero entrando dentro de la diversidad septentrional de *Gagea foliosa* *Schult.f.*, *Syst. Veg.*, ed. 15 bis [Roemer & Schultes] 7(2): 1703 (1830). [≡ *Gagea foliosa* subsp. *nevadensis* (Boiss.) O. Bolòs, Masalles & Vigo, *Collect. Bot. (Barcelona)* 17(1): 95 (1988). ≡ *Gagea nevadensis* Boiss., *Elench. Pl. Nov.* 85 (1838). ≡ *Gagea soleirolii* subsp. *nevadensis* (Boiss.) Ehr. Bayer & G. López, *Taxon* 38(4): 644 (1989): (1989)]. Esta decisión se apoya no solo en estudios de materiales de herbario, sino también estudios anatómicos (Gutiérrez & Vázquez, 2011).



Fig. 6: Detalles de *G. cossoniana* subsp. *ellyptica* M. Gutiérrez, D. Abel & F. Llera en Fuente del Maestre (Ba), detalle de la planta (a), detalle de morfología de hojas bales (b), flor (c). Sección de hojas basales (c) en Alconera, Puerto de Calatrava, 29SQC25, Matorral mediterráneo sobre suelos calizos, 9 -3 -2010 (HSS-A186), y sección de hojas basales en Ctra. Cabeza la Vaca a Tentudia, 05-04-2010 (HSS-AC246) (e).

5. *Gagea extremadurensis* M.Gutiérrez & F. M. Vázquez, *Folia Bot. Extremadur.* 5: 47 (45-61; fig. 2, map). 2011 [Apr 2011]

Sinónimos

=*Gagea foliosa* Schult.f., Syst. Veg., ed. 15 bis [Roemer & Schultes] 7(2): 1703 (1830) *aut. pl.* =*Gagea ellyptica* A.Terracc., in *Bol. Soc. Arag.* 4: 238. 1905; *Boll. Soc. Ort. Palermo* 3: 50 .1905. =*Gagea foliosa* subsp. *ellyptica* por part. (apud. López, 2013) =*Gagea polymorpha* *auct. hisp.*, non Boiss., *Voy. Bot. Espagne* 2: 611. 1842.

Tipo: Zarzacapilla, Sierra, 11-III-2008, 30SUH19, 700-800 msm, matorral del alcornoque y roquedos, J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez (HSS 36762 ejemplar central)

Ind. loc.: (Badajoz): Zarzacapilla, Sierra

Distribución: Suroeste de la Península Ibérica, en sierras de la cuenca del Guadiana, entre 300-800 msm. En este trabajo, se amplía su presencia a Portugal, en Baxo Alentejo.

Ecología: Canchales y sierras graníticas o cuarcíticas de 300-800 msm, sobre suelos estables, bien conservados en exposición Norte. Ocasionalmente en serranías calcáreas de materiales muy duros con escasos aportes de bases a los suelos.

Características anatómicas: Sección de hojas basales planas, de 1,2-2,5 mm ancho x 5-6 µm de grosor, con la superficie ligeramente canaliculada, con 5 haces vasculares: 3 centrales verticales y 2 horizontales en los extremos.

Observaciones:

Material tradicionalmente incluido en *G. foliosa*, *G. granatelli* y *G. lusitanica* (Gutiérrez & Vázquez, 2011). Dentro de los materiales incluidos en este taxon, se puede identificar pequeñas variaciones ecotípicas, que afectan el tamaño de la planta, pero manteniendo las características descritas para la especie, y sus características anatómicas, es posible reafirmar la consistencia del taxón y la homogeneidad de las características descritas, tras ampliar los materiales estudiados.

Destaca la presencia de cuerpos reproductores, ejemplares que generan solamente bulbillos axilares, pedunculados, con morfología similar a ejemplares floríferos.

A pesar de su inclusión dentro de *Gagea foliosa* subsp. *ellyptica* por part. (López, 2013), la morfología y características reproductivas del taxon lo segregan de *G. foliosa*, que solamente presentaría bulbilo axilar en la primera hoja caulinar.



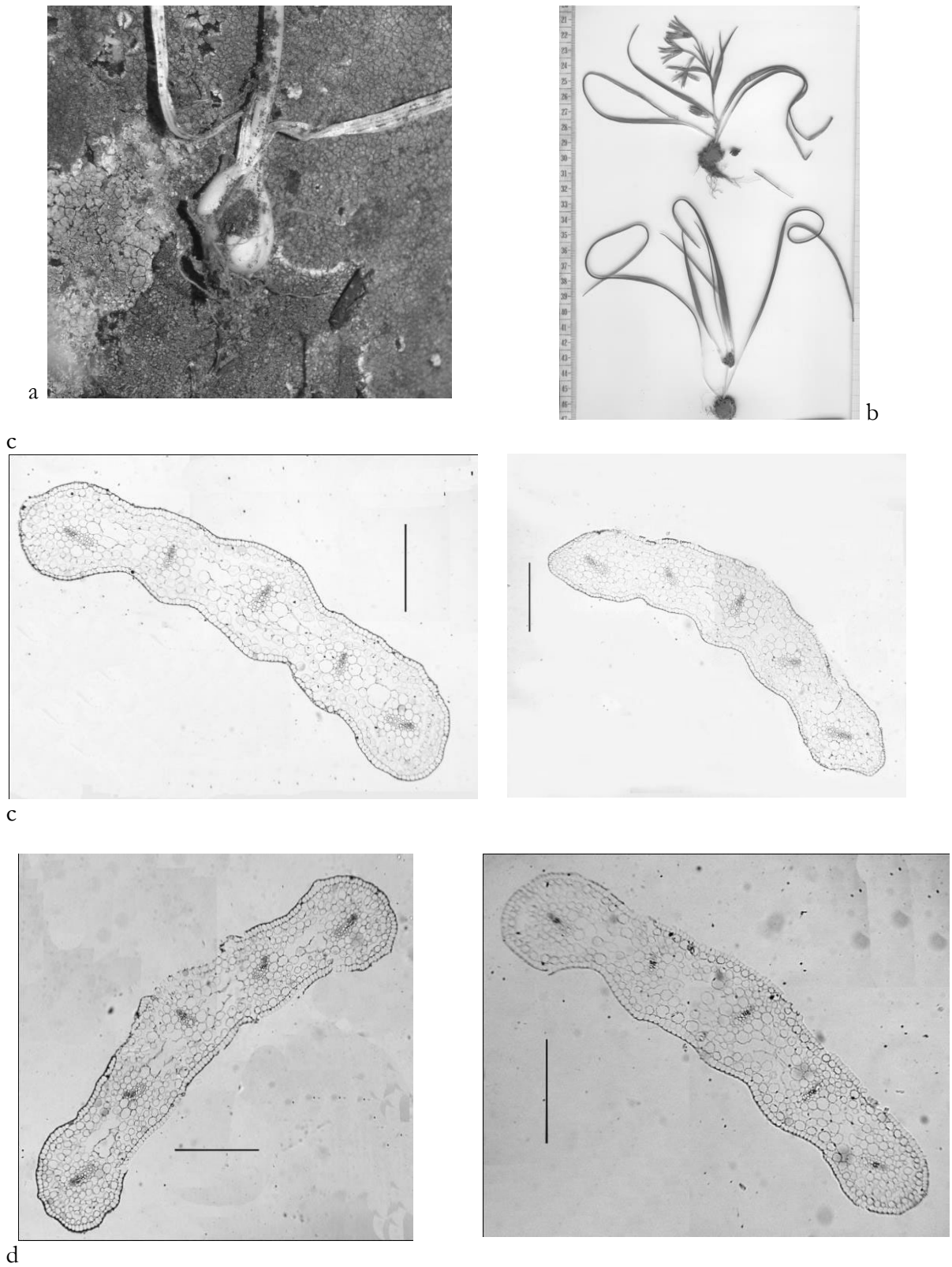


Fig 5. *Gagea extremadurensis* M.Gutiérrez & F. M. Vázquez, en Retamal de Llerena, proximidades del cruce entre Higuera de la Serena-Campillo, 30STH57, Pizarra, 29 -3 -2018, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínez
 Detalle del bulbo (a), pliego herborizado (b), y sección de hojas basales (c) Zarzacapilla, 15-03-2019 (Ba) (HSS-A 38) y (d) sección de hojas basales de la población Guadajira, 11-03-2009 (HSS-A 38).

6. *Gagea granatellii* (Parl.) Parl., Fl. Palerm. 1: 276 (1845).

Basionimo: *Ornithogalum granatellii* Parl., *Diario l'Occhio* 2: 85 (1839).

Sinónimos: \equiv *G. arvensis* Dumort subsp. *granatellii* (Parl.) K. Richter, *Pl. Eur.*, 1: 197 (1890). = *G. chabertii* A. Terracc. var. *foliosa* A. Terracc., *Boll. Soc.ortic. Palermo* 2(3): 33 (1904). = *G. fibrosa* auct. plur., non Desf. = *Gagea foliosa* Schult.f., aut. pl. = *G. foliosa* sensu Pastor in Valdes, Talavera & Galiano (eds.), *Fl. Andalusia Occid.* 3: 433 (1987), p.p. = *G. lacaitae* A. Terracc. auct. pl. = *G. iberica* var. *lacaitae* (A. Terracc.) Rivas Goday, *Contr. Est. Veg. Fl. Prov. Granada*: 69 (1941) = *G. polymorpha* auct. pl., non Boiss., *Voy. Bot. Midi Espagne* 2: 611-12 (1842), nom. illeg. \equiv *Stellaster granatellii* (Parl.) Kuntze, *Revis. Gen. Pl.* 2: 715 (1891).

Lectotipo: *Ornithogalum Granateli* inchoavit G. Ghilardi (Parlatore, 1839:85!) (Fig.8) (Peruzzi & Tisson, 2007)

Epitipo: Italy, Sicily: In pascuis montosis et in campis aridis. Panormi al Caputo. Monte Busamra, III-IV.1840, Parlatore, s.n. (G!) (Peruzzi & Tisson, 2007).

Ind. loc.: *Panormi nel chiuso di Villafranca, in luoghi scoperti in un giardino presso le falde di M. Pelegriano, al Caputo*

Distribución: Sierras calizas centrales del suroeste peninsular: centro Badajoz, con suelos calizos y estables, sobre roquedos y pastos, con exposición solar.

Ecología: Grietas y taludes en sierras calcáreas, sobre lugares despejados, 200- 800 msm. Altitud.

Características anatómicas: Existen algunos trabajos previos en el grupo que describen la anatomía foliar de *G. granatelli*, entre ellos destaca el trabajo de Tison (1998) que recoge la anatomía foliar y su variabilidad dentro de las poblaciones francesas., o datos posteriores aportados en estudios posteriores (Tison, 2009). Estas características coinciden con la población identificada como *G. granatelli* s.str., con sección de hojas basales con hojas planas, levemente acanaladas, 7-9 haces vasculares dispuestos en 1 o dos líneas, a veces disposición invertida, y mesófilo evidente, a veces fistuloso.

Observaciones:

Junto al complejo *G. foliosa*, el grupo de taxones próximos a *G. granatelli* es abundante en el área mediterránea, muestra de ellos son los múltiples trabajos específicos que abarcan este taxon, la mayoría de ellos sesgados a un área geográfica concreta, coincidiendo con su distribución, por ejemplo, estudios desarrollados en Italia (Parlatore 1857; Pignatti, 1982); Francia (Leville, 1912; Tison, 1998), Sicilia (Peruzzi et al, 2009); Norte de África (Battandier & Trabut, 1884; Terracciano 1905c; Maire 1958; Tison, 2004), o Península Ibérica [Nyman (1878-1882); Terracciano, 1905b; Tison, 1998, 2004; Alejandre, 2006, Ferrer, & Guara, 2007; López, 2013]. Pero a pesar de los estudios peninsulares no se incluyen las áreas geográficas más occidentales como el suroeste peninsular, incluyendo Extremadura, dónde se está ampliando el conocimiento del género en los últimos años (Gutiérrez & Vázquez, 2009, 2010, 2011). Dentro del área mediterránea, solamente el trabajo de Tison *et al.* (2012) abarca la diversidad del área mediterránea en su conjunto, aunque sin material peninsular.

Dentro de la variabilidad taxonómica de *Gagea granatelli* se han identificado en numerosos trabajos la existencia de clones, morfotipos, micromorfos o microespecies, debido a la elevada diversidad morfológica entre poblaciones, explicadas principalmente por la elevada tasa de reproducción asexual y al aislamiento geográfico a la largo del área de distribución, que explican las variaciones inter e intrapoblacionales, se trataría por tanto, de una especie principalmente estériles, crípticas, con una alta tasa de reproducción asexual e híbridativa. (Tison, 1998; Peruzzi & Tison, 2004a; Ferrer et al, 2007; Tison *et al.* , 2012; López, 2013). Este hecho explicaría otra de las herramientas taxonómicas utilizadas para explicar la diversidad del taxon, utilizar los conceptos “*sensu lato*” (s.l.) o “*sensu stricto*” (s. st.) dentro de numerosas identificaciones. Ciertamente la variabilidad de *G. granatelli* es muy amplia, marcada por el propio Parlatore (1845).

Cuando citamos esta especie dentro del Suroeste Península, nos referimos a *Gagea granatelli* (Parl.) Parl. *sensu strictus* (s. st.). Somos conscientes que durante años, este taxon es muy controvertido, y en numerosas ocasiones se ha utilizado el concepto de *G. granatelli* para

referirse a materiales que se ajustan más a *G. lacitae* A. Terrac. Los materiales que nos llevan a esta determinación son materiales de reciente recolección, encontrados en Sierras calcáreas del Centro y Sur de Badajoz, y que se ajustan al concepto *Gagea granatelli* (Parl.) Parl. *s. str.*

Dentro de las poblaciones extremeñas existen variaciones puntuales que consideramos asociadas al aislamiento geográfico, ya que son poblaciones de escasa densidad poblacional, y alta tasa de reproducción asexual, además, existen variaciones asociadas a comportamientos ecológicos, como profundidad de suelo o insolación, pero que, en cualquier caso entran dentro del comportamiento reproductor y morfológico del género.

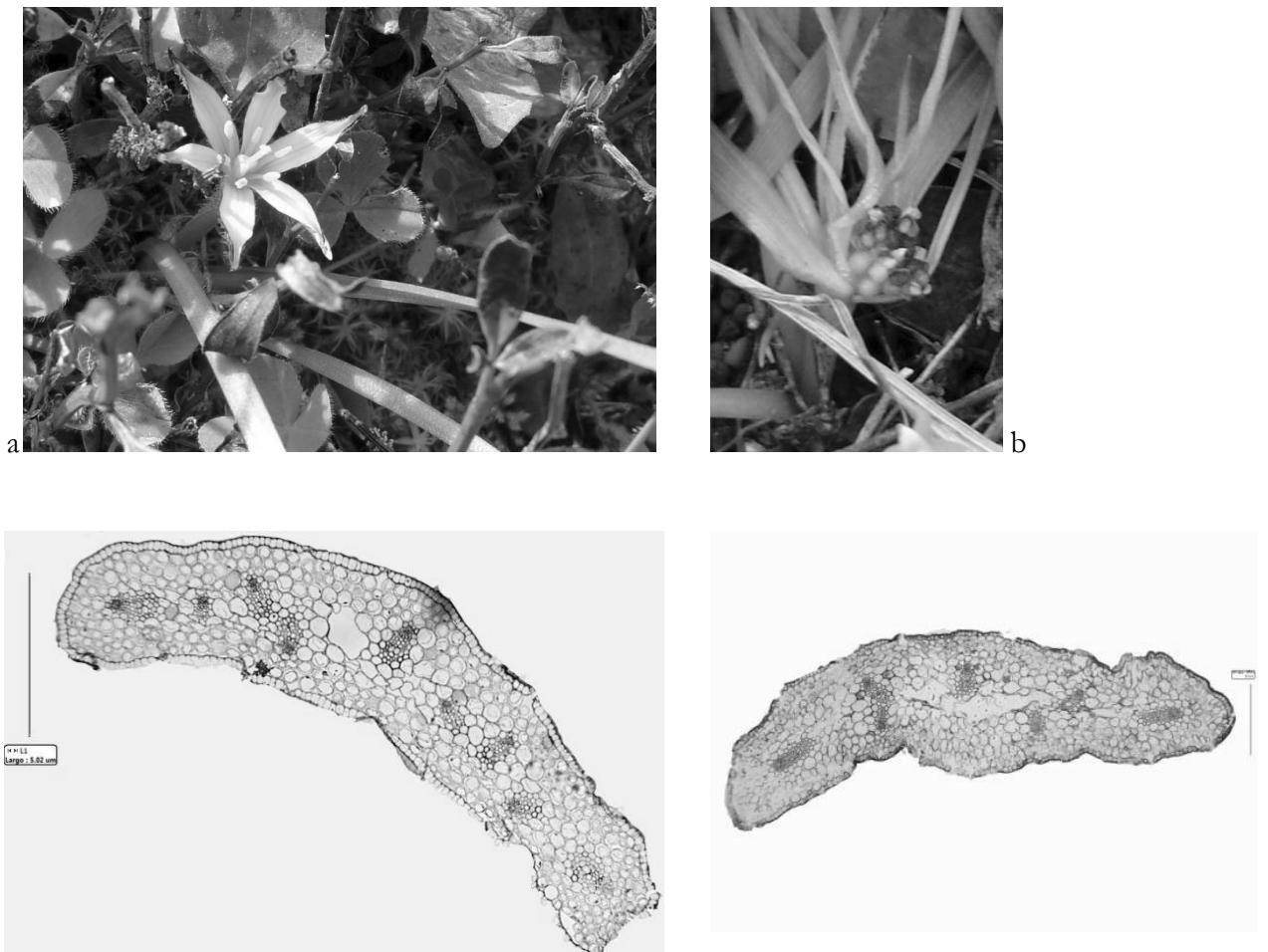


Fig 7. Imagen de *G.granatelli* Parl., situada en la Sierra de La Parra (Badajoz). Detalle de la planta (a), bulbillos asexuales (b) y sección de hojas basales (c).

7. *Gagea lacaitae* Terrac. ex Lojac., Fl. Sicul. (Lojacono) 3: 131 (1909).

Sinónimos: =*G. chabertii* A. Terracc. var. *foliosa* A. Terracc., Boll. Soc.ortic. Palermo 2(3): 33 (1904). =*G. fibrosa* auct. plur., non Desf. = *Gagea foliosa* Schult.f., aut. pl. ≡ *G. iberica* var. *lacaitae* (A. Terracc.) Rivas Goday, Contr. Est. Veg. Fl. Prov. Granada: 69 (1941) = *Gagea lacaitae* A. Terracc. in Boll. Soc.ortic. [Lacáitae] Palermo 2(4): 60 (1904) = *G. polymorpha* auct. pl., non Boiss., Voy. Bot. Midi Espagne 2: 611-12 (1842), nom. illeg.

Lectotipo: Italy, Sicily, Sciarre diMazzara, January 1848, Parlatore s.n. (Herb. Terracciano, NAP) (Peruzzi & Tisson, 2004)

Indoc: Italy, Sicily, Sciarre diMazzara,

Distribución: Suroeste de la Península Ibérica, en sierras de la cuenca del Guadiana, entre 300-800 msm. En este trabajo, amplía su presencia a Portugal, en Baxo Alentejo.

Ecología:

Pastos pedregosos, claros de matorral o de monte despejados en general, en suelos calizos y estables, en entornos bien conservados.

Características anatómicas: Hojas basales homogéneas, con sección de morfología planas a levemente reniforme, con 5 haces vasculares en disposición lineal, en ambas hojas, o bien, poblaciones con 5- 7 haces vasculares si ramifican los nervios interiores, en disposición lineal, con caras abaxial y adaxial lisa, no acanalada.

Observaciones:

Incluido de la variabilidad taxonómica de *Gagea granatelli*. es el taxon más controvertido del grupo (Tison, 1998; Peruzzi & Tison, 2004a; Tison *et al.*, 2012; López, 2013).

A causa de frecuentes confusiones debido principalmente a su descripción original (Terracciano, 1904) que incluye materiales distribuidos por diversas áreas del mediterráneo occidental (Península Ibérica, Sicilia e Italia), el concepto de *G. lacaitae* es revisado posteriormente por Lojacono (1908), identificando estos materiales con plantas de hojas menor tamaño, sus hojas basales más estrechas, la inflorescencia muy laxa, con poco número de flores (4-6) y tépalos elíptico-espátulados, coincidiendo con el concepto de autores actuales (Peruzzi & Tison, 2004b; Ferrer & al., 2007).

En la Península Ibérica ha podido confundirse tradicionalmente con *G. granatelli* o *G. foliosa*. El estudio de material de herbario y estudios in situ de poblaciones revela morfotipos variables, coincidiendo con comportamientos reproductores: dentro de una misma población se pueden encontrar individuos con solo reproducción asexual, individuos con reproducción sexual y asexual (presencia de bulbillos de multiplicación asexual en hojas caulinares bajas y presencia de inflorescencias), o bien individuos con reproducción solamente sexual. Estas modificaciones influyen directamente en la morfología vegetativa de las plantas, principalmente asociados variaciones en la longitud del escapo o posición de las hojas caulinares.

Dentro del material Peninsular, por ejemplo, López (2013), señala también diferencias anatómicas en determinadas poblaciones, poblaciones que presentan hojas basales con hacecillos en anillo, confundidas en ocasiones con *G. subtrigona* (Tison, 2009), y otras formas gráciles y de hojas basales estrechas han podido ser confundidas con *G. cossoniana* subsp. *elyptica*.

Para comprender mejor este comportamiento, se realizan estudios anatómicos de hojas basales en poblaciones localizadas dentro del área de estudio, e igualmente se repite la diversidad y características encontradas por los autores anteriores. Dentro de las poblaciones del suroeste peninsular existen variaciones puntuales que consideramos asociadas al aislamiento geográfico, ya que son poblaciones de escasa densidad poblacional, y alta tasa de reproducción asexual, además.

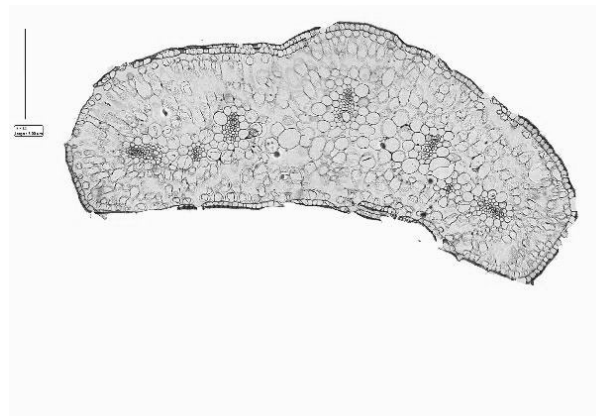
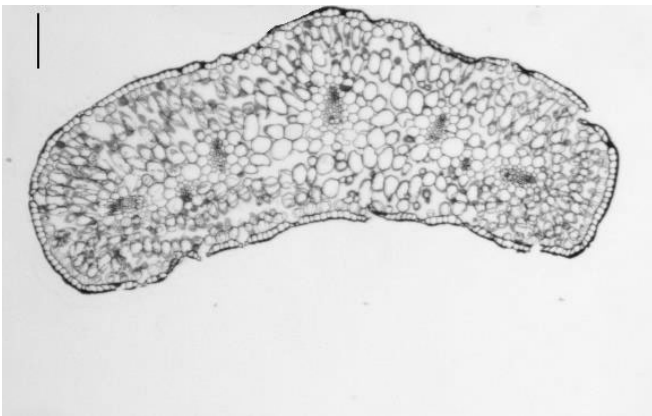


Fig. 8. Detalle de las poblaciones extremeñas de *Gagea lacaitae* A.Terrac. en Feria (Badajoz). 08-03-2008, (a) planta (b) detalle flor y (c) sección de hojas basales (HSS- AC 287)

8. *Gagea lusitanica* A. Terracc., *Boll. Soc. Ortic. Palermo* 2(3): 36 (1904 et in *Bol. Soc. Broter*. 20: 203. 1905)

Sinónimos: =*Gagea foliosa* var. *lusitanica* Samp. (1910) =*Gagea foliosa* aut. pl. ≡*G. foliosa* var. *lusitanica* (A. Terracc.) Samp., Man. Fl. Portug.: 88 (1910) ≡*G. foliosa* subsp. *lusitanica* (A. Terracc.) Cout., Fl. Portugal: 132 (1913) ≡*Stellaris foliosa* var. *lusitanica* (A. Terracc.) Samp., Lista Esp. Herb. Portug.: 29 (1913)]

Lectotipo: *Gagea polymorpha* Boiss. Castello Branco, prov. Da Beira, junio 1885. Exciccatta Flora Lusitanica J. Daveau N° 1145/ “*Gagea lusitanica* Terrac. Nova especie em sectiore *foliosae* (Herbarium R. Hort. Bot. Panormitani)” (COI 15026!), individuo de la izquierda (Tison, 200/9).

Ind. loc.: Castello Branco, prov. Da Beira, junio 1885. Daveau. Exsic 1145

Distribución: En el suroeste peninsular se situa, incluyendo Extremadura (Cáceres y Badajoz), Ciudad Real, Toledo, Segovia, Huelva, Sevilla y Portugal (Beira Baixa, Alto y Baixo Alentejo y Algarve).

Ecología: Prados, pastos, roquedos o linderos, indiferente edáfica. Entre 400- 1000 msm de manera abundante.

Características anatómicas: hojas basales con sección dimórficas, de morfología triqueta, con (5) 7 haces vasculares en la primera hoja basal, y morfología triqueta-subreniforme siendo más común 5 haces vasculares.

Observaciones:

Tras el estudio de materiales de herbario, materiales tipo, estudio de materiales in situ y estudios anatómicos, determinamos que *G. lusitanica* debe mantener rango de especie, segregado del resto de los taxones anteriores pertenecientes al grupo *G. foliosa* peninsular, contrariamente a lo marcado López (2013).

El estudio de materiales tipo refleja un material uniforme, con bulbillos axilares supraaéreos y a nivel del suelo, numerosos, diferentes al conjunto bulboso. 2 hojas basales de 1025- cm largo y 1,5-2 (2,5 mm) de ancho, destacando la primera hoja caulinar, próxima al conjunto bulboso. Inflorescencias laxas, con poco número de flores, y pedúnculo pubescente a lanoso, con tépalos lanceolados de ápice marcado, con presencias de pelos en margen y envés. Este carácter peloso, puede perderse en algunos materiales de herbario, por lo que es importante la observación en campo, como carácter distintivo de la especie.

Cuando estudiamos los materiales tipo y nuevos materiales recolectados en las poblaciones tipo, sorprende la proximidad de este taxon con el complejo *G. lacaitae*. Generalmente estos materiales se han incluido dentro del concepto *G. foliosa* (López, 2013) o bien cercano a *G. elliptica* o *G. subtrigona* (Tison 2009; Tison *et al.* 2012), sin embargo, el sistema de reproducción sexual a través de bulbillos en hojas caulinares, a nivel del suelo o subterráneo, o la morfología de hojas basales, estaría más próximo a este grupo.

También destaca la existencia de variaciones locales dentro de las poblaciones de *G. lusitanica*, pero suelen asociarse a procesos hibridativos, cuando convive con otras especies, como *G. cossoniana*.

Muy abundante en el Suroeste Penínsular, incluyendo Extremadura (Cáceres y Badajoz), Ciudad Real, Toledo, Segovia, Huelva, Sevilla y Portugal (Beira Baixa, Alto Alentejo) Pinto & Paiva, 2005. Se trata de un taxon bien conocido por los autores portugueses, debido a la abundancia en su territorio (Sampaio, 1910, 1913; Coutinho, 1913; Franco & Rocha, 1953; Pinto & Paiva, 2005), a menudo, conviviendo con otras especies, como *Gagea cossoniana* o *Gagea subtrigona*, con la que podría hibridar, de hecho, es común encontrarse malformaciones florales con mayor número de tépalos o estambres.

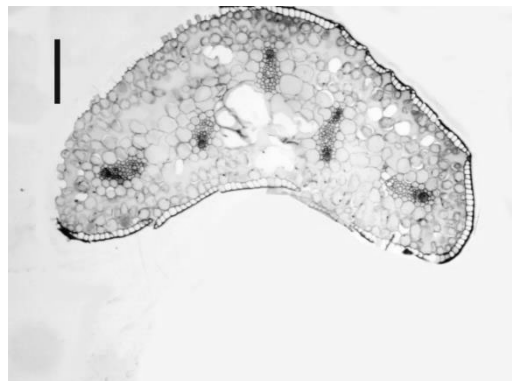
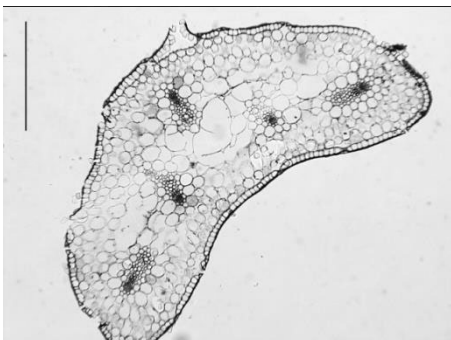


Fig. 9 Imágenes de *G. lusitanica* A. Terrac. presente en Cornalvo (Ba): flor, grupo de bulbiollos asexuales, porte, y sección anatómica de hojas basales (HSS-AC39)

9. *Gagea pseudofoliola* M. Gutiérrez & F. M. Vázquez

Sinónimos: = *Gagea foliosa* auct. pl.

Lectotipo: ESPAÑA. Badajoz: Cabeza la Vaca, camino de los “Bonales”, 1-4-2008, 29SQC31, F. Márquez & F. M. Vázquez (HSS 37543).

Ind. loc.: ESPAÑA, Badajoz: Cabeza la Vaca, camino de los “Bonales”

Distribución: SW de la Península Ibérica, en el sector fitogeográfico de la región Luso-Extremadurensis: Mariánico – Monchiquense, incluyendo Portugal (Beira Baixa, Alto Alentejo y Baxo Alentejo, Badajoz, Cáceres, Huelva, Sevilla y puntualmente Ciudad Real.

Ecología: Las poblaciones aparecen sobre suelos de textura arenosa a limosa, profundos, ricos, sobre substratos esquistosos, granitos a calcáreos muy duros, ocasionalmente sobre rocas silíceas. Frecuentes en bosques mediterráneo o caducifolio, con una altitud de 400-1200 msm.

Características anatómicas: Sección transversal hojas basales dimórficas, de morfología triquetra, con cara abaxial acutada, y cara adaxial lisa a ligeramente surcada, (5) 7 haces vasculares, variando el número de haces vasculares intermedios, dependiendo de la edad o el tamaño de los individuos (Gutiérrez & Vázquez, *in litt.*).

Observaciones: Coincide con lo descrito en Gutiérrez & Vázquez, *in litt.* Se puede segregar de *Gagea foliosa* Schult. f., por la morfología de hojas radicales e inflorescencia, *G. foliosa* posee hojas radicales de hasta 4.5 mm de ancho, inflorescencias sub-umbelas, y tallos florales delgados (<0.6 mm). De *Gagea lusitanica*, la puede segregarse por la morfología de las hojas radicales, el número y la posición de las hojas de caulinares (más de 2 en *G. pseudofoliola*), y las características morfológicas de los bulbillos. Las características también tienen materiales de *Gagea granatelli*, pero también difiere en el número de hojas de caulinares y la morfología radical de las hojas (Parlatore, 1839, 1845; Pignatti, 1982). Finalmente, podemos separar de *G. subtrigona*, recientemente descrita como una nueva especie para el sur peninsular, por el número de hojas bracteales, tamaño de tépalos y filamentos, y la morfología de los bulbos y características reproductivas (Tison, 2009).

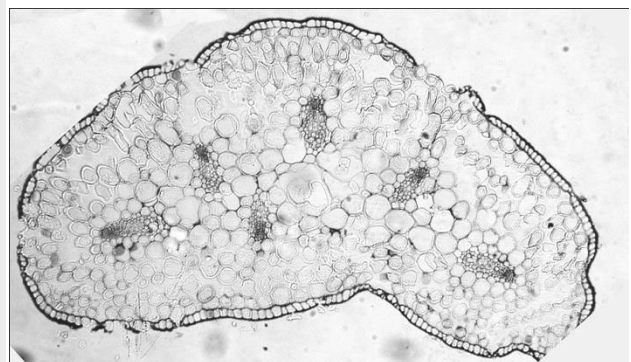
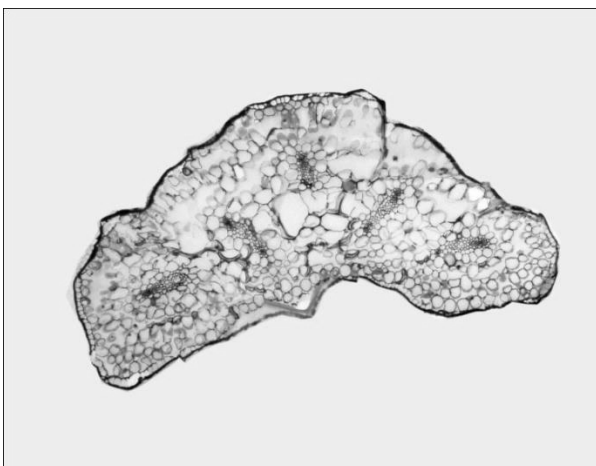
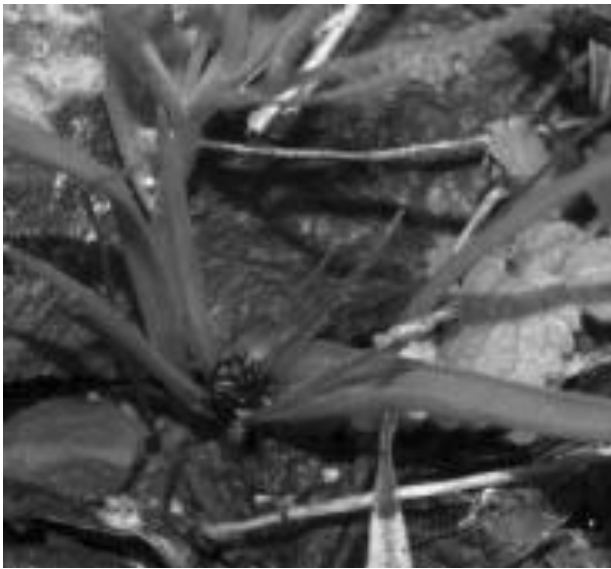


Fig.10 Imágenes de *G.pseudofoliosa* en Fuente de León 31 -3 -2009: flor, porte, grupo de bulbiollos asexuales, y sección anatómica de hojas basales (HSS-AC17)

10. *Gagea ramulosa* A. Terrac., *Boll. Soc. Ort. Palermo ii.* (Sept. 1904) repr. 9.

■ Sinónimos: =*Gagea mauritanica* auct. pl. =*Gagea foliosa* auct. pl. =*Gagea iberica* A. Terrac. =*G. dubia* auct.

Lectotipo: Italy, Sicily, praticelle alle vette del M.te Busambra, 24 April 1904, A. Terracciano (NAP!) (Peruzzi and Tison 2004)

Ind. loc.: Italia, Sicilia: Busambra

Distribución: Se distribuye por Italia, Sicilia, Cerdeña, norte de Marruecos y España (Tison *et al.*, 2012). Se anota como corológica en el suroeste peninsular. Se localiza en el suroeste peninsular en sierras calcáreas del Centro y Sur de Badajoz, extremo occidental de Cáceres, y Portugal, en Baixo y Alto Alentejo, sobre suelos calizos o esquistos calcáreos.

Características anatómicas: Hojas basales dimórficas, con sección reniforme a levemente triquetas, planas, no acanaladas y con 5 haces vasculares, en posición horizontal en los extremos, y disposición lineal a amplia U.

Observaciones:

Se ha confundido tradicionalmente con *G. foliosa*, *G. lusitanica* o *G. iberica*, e incluso *G. mauritanica*. Perteneciendo al grupo *G. granatelli*, por la estructura reproductiva de bulbitos asexuales caulinares y basales, su identificación ha sido difícil por hojas radicales estrechas, de 8-1 cm de ancho. Pero su segregación es fácil atendiendo a la posición de hojas caulinares, alternas, muy congestas, con presencia de bulbitos axilares subterráneos, inflorescencias de bajo número de flores 1- 3 (8) y pedúnculos florales cortos, de menos de 2,5 cm. Tison *et al.* (2014) señalan esta planta como intermedia entre *G. bohémica* y *G. dubia*, sin embargo, en esta latitudes no comparte hábitat con *G. bohémica*, y se consideraría un origen diferente, pero asociado al grupo *G. granatelli* por la estructura reproductora.

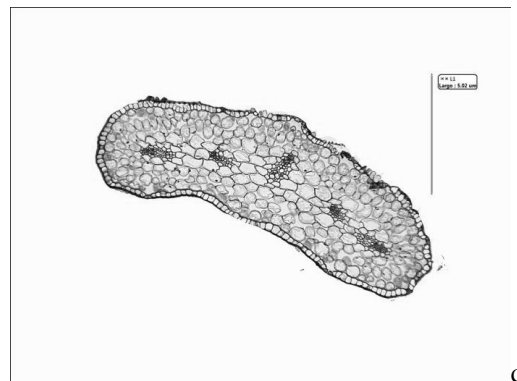
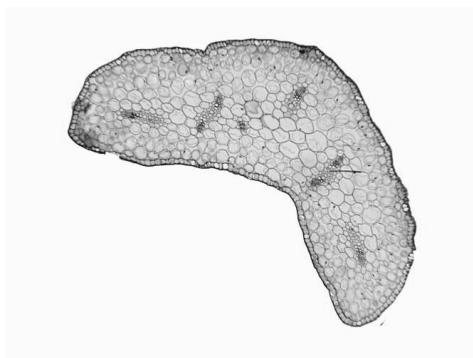
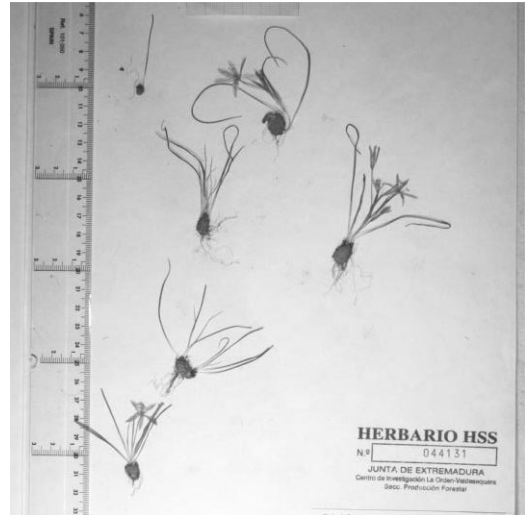


Fig. 11. Imágenes de características morfológicas y anatómicas de *G. ramulosa* A. Terrac. presentes en sierras calcáreas de Extremadura y Portugal (a) planta completa, (b) ejemplar herborizado, (c) detalle de la flor, (d) detalle de sistema de bulbillos subterráneos y (e) sección de hojas basales.

11. *Gagea soleirolii* F. W. Schultz. ex Mutel, 1836. Fl. Fr., 3: 298 (Jul., 1836) Tab. 73, fig. 547 (Oct., 1836)

Basionimo: \equiv *Ornithogalum soleirolii* F. W. Schultz, in Mutel, P.A., Flore française, Planches (Oct., 1836), T. LXXIII, fig. 547)

Sinónimos: \equiv *Gagea soleirolii* F.W.Schultz ex F. W. Schultz, Fl. France Allemagne exsic. 1: 8 (1836) \equiv *Boissiera baetica* Haens., Nuev. Anal. Carratr., MS, nom. nud. \equiv *Gagea corsica* Tausch ex F.W. Schultz, 1848. Arch. Fl. Fr. Allem. : 18. \equiv *Boissiera baetica* Haens., Nuev. Anal. Carratr., MS, nom. nud. \equiv *Gagea corsica* Tausch ex F.W. Schultz, 1848. Arch. Fl. Fr. Allem. : 18. \equiv *Stellaris soleirolii* (F. W. Schultz) Samp., Herb. Portug.: 29 (1913). \equiv *Gagea foliosa* subsp. *soleirolii* (F.W.Schultz) K.Richt., Pl. Eur. 1: 196 (1890) Tipus Flore française, Planches (Oct., 1836), T. LXXIII, fig. 547.

Lectotipo: Mont Grosso, 20 May, Soleirol4363 (MPU) (Tison *et al.*, 2012)

Ind. loc.: Francia, Corcega.

Distribución: Norte y oeste de la región mediterránea incluyendo Córcega, Cerdeña, y Península Ibérica (Tison, 2004). En la Península Ibérica se localiza en los sistemas montañosos de Pirineos, Cordillera Cantábrica, centro, Suroeste, y Sierra Nevada (Bayer & López, 1991; López, 2013). En el suroeste peninsular ha citado en La Vera y comarca de La Vera y laderas meridionales de la Sierra de Tormantos (Amor *et al.*, 1993), Tras os Montes o Beira Baixa (Portugal) (Franco & Rocha, 1953). Con este trabajo se amplía el área de distribución de este taxón a las sierras del sur de Badajoz (entorno de Fuentes de León) y área más occidental, Valencia de Alcántara (Cáceres).

Característica anatómicas: Hojas basales de sección homóloga, con morfología reniforme y marcado canal adaxial, generalmente 3 haces vasculares en ambas hojas basales.

Variabilidad infraespecífica:

Para este grupo se han descrito variaciones peninsulares en función del grosor de hojas basales, caulinares e inflorescencias, como *Gagea tenuis* A. Terrac. o *G. soleirolia* subsp. *guadarramica* (Terracciano 1905), sin que encontremos validez como taxon, tras la revisión de materiales y poblaciones en este territorio, comprobamos que es una especie notablemente polimorfa. Las hojas basales pueden ser filiformes o relativamente anchas, y el porte y tamaño de la planta bastante variable, así como el tamaño y número de flores.

Esto motivó que se en ocasiones se confundieran con otras especies ibéricas como *G. foliosa* subsp. *nevadensis*, *G. cossoniana* subsp. *ellyptica* y *G. durieui*.

Tradicionalmente las formas de mayor tamaño también eran confundidas con *Gagea polymorpha* Boiss (Boissier, 1942) que la incluye entre sus sinónimos, junto a *G. nevadensis*, (tipificado por Burdet *et al.*, 1982) en una muestra de *G. durieui*. Erroneamente, el concepto de *G. polymorpha* de Boissier se ha usado ampliamente, pues abarcaba a buena parte

de los táxones del grupo *G. foliosa* de la Región Mediterránea: *G. soleirolii*, *G. nevadensis*, *G. durieui*, *G. peduncularis*, etc., por lo que sería *nom. illeg.*

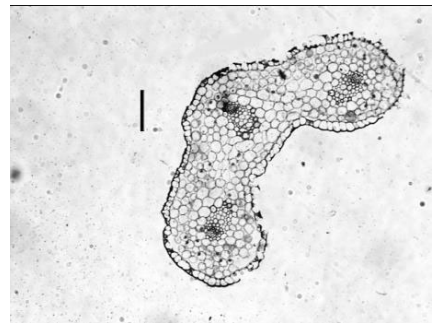


Fig 12. Imágenes de *G. soleirolii* en población de Gredos (a) planta, (b), (c) sección de hojas basales d población de y (d) sección de hojas basales de población de

12. *Gagea subtrigona* J. M. Tison comb. nov. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez

Sinónimos: =*Gagea foliosa* auct. pl. =*Gagea wilczekii* auct. pl.

Tipos España, Alicante: (Alcoi), Serra de Mariola, Bc. de Bocairent, 30SHY1388, 880 m, 11 March 2001, L.Serra 5702, A. Bort & L. Serra Cremades (VAL 193871!)

Ind. loc.: España, Alicante: (Alcoi), Serra de Mariola

Descripción:

Algunas características que permiten discriminar este taxón de la morfología de *G. foliosa*, con la que ha podido confundirse sería, una planta muy bulbífera, con numerosos bulbitos axilares, a veces solamente presencia de cuerpos de multiplicación vegetativos, sin floración. Túnica pardusca, Raíces induradas, generalmente dextrógiras u horizontales. Bulbito siempre apiculado de rugoso a estriado (profundamente reticulado) de tonos anaranjados cuando inmaduros a marrón. Plantas con numerosas hojas caulinares, generalmente 4, alternas, dos más próximas a la base, generalmente subopuestas con presencia de un grupo de bulbitos asexuales vivíparos, o bien alternas si presentan doble o triple inflorescencia.

Los grupos de bulbitos asexuales aislados (cuerpos reproductivos) presentan numerosas hojas vivíparas, a veces similares a las caulinares, siendo difícil discriminarlas. Inflorescencias con presencia de pelos más o menos dispersos en los pedúnculos florales, de (1,6) 2,5 a 5 cm. Tépalos con envés de pelos dispersos a glabros, lanceolados, a veces con coloración purpúrea en el ápice, de (8) 10-16 mm longitud.

Distribución: Reconocida en España, Marruecos y Argelia. Se localizaba en la mitad septentrional de la Península Ibérica, en Almería, Madrid, Málaga. Con este trabajo se amplía al Suroeste Peninsular, en las provincias de Cádiz y Badajoz, en suelos calizos o margosos, de matorral o pastizal mediterráneo.

Características anatómicas: Hojas basales homologas, de sección ampliamente triquetras, y fuertemente acutadas, con haces vasculares con un número variable de 7-10, dispuestos en forma de V, muy ramificados en nervios intermedios.

Observaciones:

A pesar de la descripción realizada por Tison (2012), la obra de Flora Ibérica (López, 2013) incluye este taxón dentro de la variabilidad de *G. lacitae* o *G. wilczekii*, sin reconocer validez a este taxón, ya que dentro de la variabilidad descrita por J.M.Tison estarían incluidas formas diversas. Tras corroborar este hecho, proponemos aplicar el estado "emendavit", siguiendo la recomendación 47A.1., del Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Hongos y Plantas (Shenzhen, 2018)

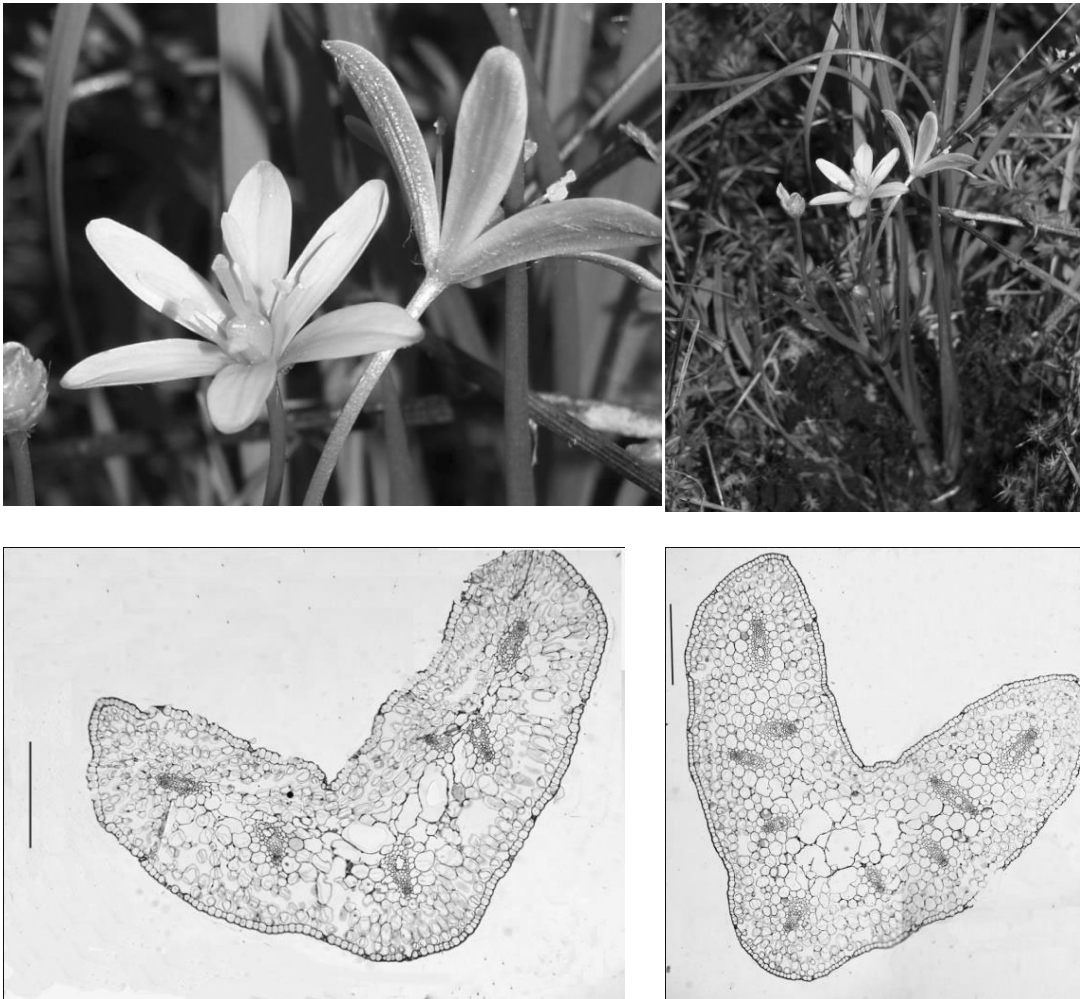


Fig 12. Imágenes de *G. subrigona* J. M. Tison *comb. nov.* M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, en población de Alconera, Puerto de Calatrava (Ba), 9 -2 -2010, (a) planta, (b), bulbillos, y (c) sección de hojas basales

Bibliografía

- Battandier, J.A. & Trabut, L.C. (1884). *Flore d'Alger*: 166-168 Alger Adolphe Jourdan, Libraire-Éditeur imprimeur Libraire De L'école De Médecine
- Bayer, E. & G. López González (1988a). El género *Gagea* Salisb. en la flora española ochenta y dos años después de la monografía de Terracciano. *Monogr. Inst. Pirenaico Ecol. Jaca* 4: 121-126.
- Bayer, E. & G. López González (1988b). Sobre la presencia de *Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire -un supuesto endemismo del Atlas- en la Península Ibérica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 45 (1): 181-187.
- Bayer, E. & López, G. (1991). The plants called “*Gagea nevadensis*” in the Iberian Peninsula. *Bot. Chron. Patras*. 10: 845-852.
- Blanca, G. & Morales, C. (1991). Flora del Parque Natural de la Sierra de Baza. Ediciones de la Universidad de Granada.
- Boissier, E. (1842). *Gagea* in *Voyage midi espagne* [Voyage botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année] (1839-1842) 1837 2: 611
- Bolós, O & Vigo, J. (2001). *Gagea* Salisb. In: O. Bolos & J. Vigo, Flora dels Països Catalans, IV: 72-78. Editorial Barcino. Barcelona.
- Burdet, H. M, Charpin, A. & Jacquemoud, F. (1982). Types nomenclaturaux des taxa ibériques décrits par Boissier ou Reuter, II. Iridacées à Potamogetonacées. *Candollea* 37: 381-395.
- Cano, E. & F. Valle (1996). Catálogo florístico de Sierra Quintana: Sierra Morena (Andújar- Jaén). *Monogr. Jard. Bot. Córdoba* 4: 5-73.
- Coutinho, P. (1913). *Flora de Portugal* (Plantas Vasculares) II:132-133
- Cueto, M., J. L. González Rebollar y G. Blanca (1991). Fragmenta chorologica occidentalia, 3575-3613. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 49 (1): 121-123.
- Fernández, C. & V. Gómez (1995). Plantas de la Pandera en el Herbario de Jaén hasta 1993. *Blancoana* 12: 1-7.
- Ferrer, P.P. Laguna, E. Alba, S. Tison, J.M. (2007a). Sobre la presencia de *Gagea lacaitae* A. Terracc. (Liliaceae) en la flora valenciana. *Acta Bot. Malacitana* 32. 67-78.
- Ferrer, P.P. & Guara Requena, M. (2007b). Especies del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) presentes en el Levante Peninsular Ibérico. *Lagascalia*, 27: 31-51.
- Gower, J.C. (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27:857-874.
- Govaerts, R. (2006). *Gagea* Salisb. In Govaerts, R., Dransfield, J., Zona, S.F, Hodel, D.R. & Henderson, A. (2006). *World Checklist of Liliaceae*. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.kew.org/wcsp/> accessed 17 December 2006; 19:30 GMT.
- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M^a. (2011a). *Gagea extremadurensis* sp. nov. (Liliaceae) nueva especie del SW de la Península Ibérica. *Folia Botanica Extremadurensis*, 5: 45-61.
- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M^a. (2011b). Nectaries diversity in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain (Liliaceae), from Extremadura (Spain). *Folia Botanica Extremadurensis*, 5: 95-99.
- Gutiérrez, M. (2010). Caracterización taxonómica, corológica y ecológica de *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort. en Extremadura Diploma de Estudios Avanzados. Universidad de Extremadura.
- Gutiérrez, M. & Vázquez, F. M. (2009a). Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 033. *Gagea cossoniana* Pascher. *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 86-87.
- Gutiérrez, M. & Vázquez, F. M. (2009b). Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 035. *Gagea granatelli* (Parl.)Parl. *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 93.
- Gutiérrez, M., López, J.L., & Vázquez, F.M. (2009c). Revisión bibliográfica de las aportaciones sobre recuentos cromosómicos en el género *Gagea* Salisb (Liliaceae). *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 45-57.
- Lojacono Pojero, M. (1908) *Flora Sicula o descrizione delle piante spontanee o indigenate in Sicilia*. Vol. 3(Monocotyledones, Cryptogamae): 133.
- López Vélez, G. (1996). Flora y vegetación del macizo del Calar del Mundo y sierras adyacentes del sur de Albacete. *Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”* de la Excma. Diputación de Albacete, Albacete.
- Molina J. ; Michaud H. ; Roux J.P. & Tison J.M. (1998). *Gagea mauritanica* Durieu (Liliaceae), espèce nouvelle pour la flore française. *Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon* (Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon), 67: 77-78.
- Montserrat Recoder, P. (1981). *Gagea del herbario de Jaca y otras novedades florísticas*. Actas III Congr. Optima. *Anales Jard. Bot. Madrid* 37 (2): 619 – 627.
- Montserrat Recoder, P., 1981: *Gagea del herbario de Jaca y otras novedades florísticas*. Actas III Congr. Optima. *Anales Jard. Bot. Madrid* 37 (2): 619 – 627.
- Navarro, F.B. (2009). *Gagea* Salisb in Blanca & al. (eds.), *Flora Andalucía Oriental*, Vol. 1-3.
- Nyman, Carl Frederik. (1854-1855). *Sylloge florae Europaeae*, (1854-1855)
- Nyman, Conspectus florae europaeae Supplementum: 303(1878-1882) cita la presencia de *G. granatelli* en Hisp.
- Parlatore, F. (1845). *Flora Palermitana* [Flora Palermitana ossia Descrizione delle Piante che crescono spontanee nella Valle di Palermo], 1: 276 (1845)

- Pastor, J. (1987). *Gagea* Salisb. In: B. Valdés, S. Talavera & E. Fernández-Galiano (Eds.). *Flora de Andalucía Occidental* 3: 433-435. Ketres Editora S. A. Barcelona.
- Peruzzi, L. & Tison J. M. (2004). Typification and taxonomic status of eleven of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) described by Achille and Nicola Terracciano and conserved at Napoli (NAP). *Candollea* 59: 325-346.
- Peruzzi, L. & Tison, J. M. (2006). Typification of the names and taxonomic status of six taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) conserved at Firenze (FI). *Candollea* 61: 293-303.
- Peruzzi, L. & Tison J. M. (2007). Typification of seven critical Mediterranean *Gagea* Salisb. (Liliaceae) taxa. *Candollea* 62: 173– 188.
- Peruzzi, L., A. Peterson, Tison, J. M. & Peterson, J. (2008). Phylogenetic relationships of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italy, inferred from molecular and morphological data matrices. *Pl. Syst. Evol.* 276(3-4): 232. 2008. p.p
- Peruzzi, L., Domizia Nardi, F. & Siljak-Yakovlev, S. (2015). Genome size estimates for nine species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from the Mediterranean region. *Caryologia*. 68, 4: 347-350.
- Pignatti S. (1982). *Gagea* Salisb. in *Flora d'Italia*, Vol. 3: 352-356.
- Ramond & Lamarck, (1779). *Ornithogalum* L. en *Flora Française*, 1779.
- Richardson, I.B.K. (1980). *Gagea* Salisb. In Tutin et al. *Alismateaceae to Orchidaceae* (Monocotyledones), *Flora Europaea*. Vol. 5: 26-28.
- Richardson, I.B.K. (1978). *Gagea*. *Flora Europaea Notulae Systematicae*.
- Ruiz, T. (1995). *Gagea* Salisb. in Devesa, J.A. (Cord.) *Flora y Vegetación de Extremadura*. Ed. Univesitas.
- Sagredo, R. (1975). Contribución Al Conocimiento De La Flora Almeriense. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 32 (2):309 -321.
- Salisbury, R.A.F.R.S. (1806). On the Characters of a distinct Genus hitherto confounded with *Ornithogalum*, and called *Gagea*; with some Remarks on the Importance of the Inflorescence in distinguishing Genera, in Konig, C. F.L.S., & Sims, J. M.D., F.L.S. *Annals of Botany*, 2 (XXXIII): 553-557.
- Sardinero, S. (1994). Estudio de la vegetación y de la Flora del macizo Occidental de la Sierra de Gredos (Sistema Central, España). Tesis Doctoral. Inéd. Universidad Complutense. Madrid.
- Terracciano, A. (1904a). *Gagearum novarum* diagnoses. *Boll. Soc. Orticola di Palermo*, 2(3): 3-10.
- Terracciano, A. (1904b). Per la priorità delle mie *Gagearum novarum* diagnoses. *Boll. Soc. Orticola di Palermo*, 2(4): 1-7.
- Terracciano, A.(1905a). Revisión monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola. *Bol. Soc. Aragon. Ci. Nat.*, 4 (6, 7, 8): 188-253.
- Terracciano, A. (1905b). Le *Gagea* de la flora portoghese. *Bol. Soc. Brot.*, 20: 200-206
- Terracciano, A. (1905c) (30 – Octubre). Revisión monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola, Palermo, 65.pp.
- Thiers, B. (2016) [continuously updated]. *Index Herbariorum*. A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- Tison, J. M. & D. Jeanmonod (2001). *Gagea granatellii* (Parl.) Parl. In Jeanmonod, D. & A. Schlüssel. Notes et contributions à la flore corse, XVII. *Candollea* 56: 151-152.
- Tison, J. M. (1998). *Gagea granatellii* - (Parl.) Parl. en France. *Monde Pl.* 462 : 1-6.
- Tison, J. M. (2002). *Gagea* Salisb. In Valdes, B., M. Rejdali, A. Achhal El Kadmiri, J. E. Skog, P. Trehane, N. J. Turland, J. L. Jury & J. M. Monserrat (eds.), *Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, incluant des clés d'identification*. *Checklist of vascular plants of N Morocco with identification keys* 2: 855-856. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid.
- Tison, J. M. (2004a). *Gagea polidorii*, espèce méconnue du sud-ouest des Alpes et des Apennins. *Acta Bot. Gallica* 151 (3): 319-326.
- Tison, J. M. (2004b). Identité et situation taxonomique de *Gagea polymorpha* Boiss. *Candollea* 59: 109-117.
- Tison, J. M. (2009). An update of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in the Iberian Peninsula. *Lagascalia* 29: 7-22.
- Tison, J.M, Peterson, A., Harpke, D. & Peruzzi, L. (2012). Reticulate evolution of the critical mediterranean *Gagea* sect. *Didymobulbos* (Liliaceae) and its taxonomic implications. *Plant Syst Evol* (2013 [2012 on line]) 299:413–438
- Tison, J.M. (2004a). Contribution à la connaissance du genre *Gagea* Salisb. (Liliaceae) en Afrique du Nord. *Lagascalia* 24: 67-87.
- Valdés Franz, A., F. Alcaraz & D. Rivera (2001). Catálogo de plantas vasculares de la provincia de Albacete (España). Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel” de la Excm. Diputación de Albacete, Albacete.
- Willdenow (1809). *Ornithogalum* L. en *Enumeratio plantarum*.
- Woods, J. (1776-1864). The Tourist's Flora: a descriptive catalogue of the flowering plants and ferns of the British Islands, France, Germany, Switzerland, Italy, and the Italian islands.
- Zarrei, M.; Wilkin, P., Martin, J.I., & Chase M. (2011). A revised infrageneric classification for *Gagea* Salisb. (Tulipeae; Liliaceae): insights from DNA sequence and morphological data. *Phytotaxa* 15: 44–56.

Material estudiado

Gagea apulica J-M Tison & L. Peruzzi

ESPAÑA:

BADAJOS: La Parra, 640 msm, 12 -2 -2011, Recol. F. M. Vázquez, HSS 48869, 48870 /La Parra, Sierra Caliza, 29SQC0865, Ladera caliza con orientación sur. Coscojar y pastizal. 29SQC0865/29SQC0864, 4 -3 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez, J. M. Pavo & R. Valadés, HSS 29003, 29004/ Nogales, proximidades de Montsalud, 29SPC96, Roquedos calizos, 27 -2 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40525, 40526/ Retamal de Llerena, cruce de ctra BA-118 Y EX103, hacia Higuera de la Serena-Campillo, 30STH57, Pizarras, 16 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44281/ Retamal de Llerena, cruce de ctra BA-118 Y EX103, hacia Higuera de la Serena-Campillo, 30TUH57, pizarras, 16 -3 -2010, Recol. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44278, 44280/.

Gagea cossoniana Pascher

ESPAÑA:

BADAJOS: Almendral, , 12 -3 -2007, Recol. F. M. Vázquez, HSS 30039/ Fuentes de León, cerro de la Cueva del Agua, , 18 -3 -2008, Recol. M. Gutiérrez, F. Márquez, S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez, HSS 36970/ Fuentes de León, Cerro del Cuerno (2ª parada), 795 m.s.m., 12 -2 -2011, Recol. F. M. Vázquez HSS 48860/ Fuentes de León, cerro opuesto a la Cueva del Ciervo, 18 -3 -2008, Recol. M. Gutiérrez, F. Márquez, S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez, HSS 36977, 36978/ Fuentes de León, proximidades Cueva del Cuervo, 29SQC21, Margen camino y olivares sobre suelo calizo, 18 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez, F. Márquez, S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez HSS 36991/ Fuentes de León, proximidades del castillo y cerro del Cuerno, 29SQC21, Olivar sobre suelos calizos, 5 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40572/ Fuentes de León, proximidades del cerro del castillo, , 16 -3 -2009, Recol. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40696, 40697, 40698, 40699, 40700, 40702, 40703, 40704/ La Lapa, La Hoxa, , 13 -3 -2007, Recol. F. M. Vázquez, HSS 29882/ Monesterio, puerto de las Marismas, 29SQC41, En encinares, pinares y eucaliptos con matorral de *Halimium halimifolium* (L.) Willk, 23 -3 -2006, Recol.S. Aguilar, J. Blanco & F. M. Vázquez, HSS 18168/Valle de Santa Ana, 29SPC94, Calizas, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44028, 44029, 44030, 44033/ Valuengo, margen izquierdo, aguas debajo de la presa, 29SPC94, Rivera, 20 -3 -2006, Recol.D. García & S. Ramos, HSS 18097.

Co: Ctra. Villaviciosa de Córdoba - Córdoba, junto puente río Guadiato, 30SUH20, Margen de río sobre roquedos, 9 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 36657, 36657, 36658, 36658, 36659, 36659, 36666.

Se: El Real de la Jara, puente río Cala. Límite provincial Sevilla-Huelva, 30SQC40, 430 m.s.m., Afloramientos graníticos en rivera, 16 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 36807, 36808.

Gagea cossoniana subsp. ellyptica (A. Terrac.) Prain

ESPAÑA:

BADAJOS:

Alconera, Pico Alconera, por el Camino de El Encinar (2ª parada), 29SQC25, Ladera sobre caliza, con encinar acompañado de acebuches, *Barlia*, etc., 27 -2 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 29027, 29031, 29053, 29059/ Alconera, puerto de Calatrava, 29SQC24, 572 m.s.m., Encinar y olivar abandonado, acompañado de *Quercus coccifera*, *Cistus albidus*, *Phlomis purpurea*, etc, 21 -2 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 28816, 28817/ Alconera, Puerto de Calatrava, 29SQC25, Matorral mediterráneo sobre suelos calizos, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44045, 44048, 44050, 440451, 44043/ Alconera, Sierra de Alconera (3ª parada), 29SQC25, Encinar y olivar adhesado sobre ladera caliza, 27 -2 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 28979, 28980, 28990/ Almendral, , 12 -3 -2007, Recol. F. M. Vázquez HSS 30040/ Burguillos del Cerro, 29SQC15, Roquedos graníticos, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44041/ Cabeza la Vaca, camino de los Bonales, 29SQC31, Ladera norte, 1 -4 -2008, Recol.F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 37545, 37550, 37555, 37556, 37557, 37545, 37546, 37548, 37549, 37550, 37555, 37556/ Cabeza la Vaca, crta. A Monesterio de Tentudía, cerro próximo a merendero, 29SQC32, Cuarcitas y pizarras, 5 -4 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44547/

Cabeza la Vaca, próximo al Monasterio, , 15 -4 -2005, Recol. S. Ramos & F. M. Vázquez HSS 14854/

Calera de León, Ctra. Cakera a Cabeza la Vaca, , 24 -2 -2018, Recol. M. Gutiérrez & A. Martínez col.pers. MGE 62/ Calera de León, proximidades del cruce con Ctra. De Cabeza la Vaca, 29SQC32, Pinar-rebollar sobre suelos y roquedos pizarrosos, 5 -4 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44533, 44534,

44536, 44537, 44538, 44540, 44541, 44542, 44543,44544/ Calera de León, proximidades Monasterio de Tentudía (ladera norte), 29SQC31, Melojar, pinar y olivar, 21 -3 -2007, Recol.D. García, M. Gutiérrez & J. L. López, HSS 30175,30178, , 30179, 30183, 30184, 30190, 30192, 30195, 30196/ Calera de León, subida a Tentudía, 29SQC3315, 900- 1100 m.s.m., En bosques de *Quercus pyrenaica* y áreas de escobonales, 3 -3 -2006, Recol.J. Blanco, S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 17801, 17802,17803/ Ctra. Cabeza la Vaca - Monasterio de Tentudía, BA-109, KM 10, 996 m.s.m., 30 -4 -2008, Recol. M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 38334, 38334/ Ctra. Cabeza la Vaca-Monasterio de Tentudía. Ctra. BA-109, KM 10, 996 m.s.m., 30 -4 -2008, Recol. M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 38334, 38335/ De Nogales a La Morera, Sierra de M^o Andrés, , 19 -3 -2007, Recol. D. García & S. Rincón HSS 29606/ Embalse García - Sola, mirador de Puerto Peña, 30SUJ13, 600 m.s.m., Roquedos silíceos, 27 -2 -2008, Recol.J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez, HSS 36163, 36164-, 36165/ Encinasola, proximidades, , 20 -3 -2010, Recol. F. M. Vázquez, HSS 4176 / Feria, alrededores, Sierra Vieja, 700- 810 m.s.m., 8 -3 -2008, Recol. M. Esteban, F. & M. Gutiérrez HSS 36530/ Feria, subida del Puerto de la Zorra a La Corona, 29SQC16, 680- 700 m.s.m., Olivares y encinares con matorral de sustitucion sobre suelo calizo, 8 -3 -2008, Recol.M. Esteban, F. & M. Gutiérrez, HSS 36555/ Fuente del Arco, Ctra a Mina La Jayona, 30STH42, 594 m.s.m., Rivera de arroyo con afloramientos, 20 -4 -2010, Recol.M. Cabeza de Vaca, M.J. Guerra, M. Gutiérrez, M. Martínez & F. M. Vázquez, HSS 46007/ Fuente del Maestre, S^a Rubio, 29SQC26, Suelos calizos, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44015, 4016/ Fuente del Maestre, Sierra de San Jorge, 29SQC26, Encinar-olivar con matorral sobre sustratos calizos, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 43825/ Fuente del Maestre, Sierra Rubio, 29SQC26, Suelos calizos, 20 -1 -2010, Recol.M. J. Guerra, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez,HSS 43910/ Fuente del Maestre, Sierra Rubio, 29SQC26, Suelos calizos, 26 -2 -2017, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínez, col.pers. MGE 44 Fuentes de León, alrededores del castillo, 29SQC11, Alcornocal, 28 -3 -2008, Recol.S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez, HSS 37495, 37496/ Fuentes de león, Cerro del Cuerno (2^a parada), 795 m.s.m., 12 -2 -2011, Recol. F. M. Vázquez HSS 48861/ Fuentes de León, cerro opuesto a la Cueva del Ciervo, , 18 -3 -2008, Recol. M. Gutiérrez, F. Márquez, S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez HSS 36974/ Fuentes de León, proximidades Cueva del Cuervo, 29SQC21, Margen camino y olivares sobre suelo calizo, 18 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez, F. Márquez, S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez, HSS 36990, 36992/ Fuentes de León, proximidades del Castillo del Cuerno, 29SQC21, Olivar sobre suelos calizos, 24 -4 -2018, Recol. M. Gutiérrez & A. Martínezcol.pers. MGE 83, 84 / (Fuentes de León, proximidades del castillo y cerro del Cuerno, 29SQC21, Olivar sobre suelos calizos, 5 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez,HSS 4053940539, 40540, 40541, 40542, 40542, 40557, 40573, 40574, 40575, 40576, 40577, 40583, 0587, 40588, 40589, 40591, 40592, 40593, 40594/ Fuentes de León, proximidades del cerro del castillo, , 16 -3 -2009, Recol. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40701/ Hornachos, camino del Lobo, 29SQC57, Pizarras y cuarcitas, 16 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez,HSS 44258, 44259 44260, 44261, 44262, 44263, 44265, 44266/ Hornachos, Sierra Grande , 29SQC57, Pizarras y cuarcitas, 10 -3 -2018, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínezcol.pers. MGE 77/ La Morera, proximidades. Sierra de María Andrés, 29SQC0071, 483 m.s.m., En paredones y afloramientos calcáreos de Sierra de María Andrés, 13 -3 -2006, Recol.S. Aguilar, S. Rincón & F. M. Vázquez,HSS 17918/ La Parra , 640 msm, 12 -2 -2011, Recol. F. M. Vázquez HSS 48864, 48867, 44868/ La Parra, S^a La Parra, 29SQC06, Sierra con roquedos calizos, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 4020/ La Parra, Sierra Caliza, 29SQC06, Sobre suelos básicos, 6 -2 -2003, Recol.S. Ramos & F. M. Vázquez HSS 11447/ La Parra, Sierra Caliza, 29SQC0865, Ladera caliza con orientación sur. Coscojar y pastizal. 29SQC0865/29SQC0864, 4 -3 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez, J. M. Pavo & R. Valadés, HSS 29005, 29006, 29007, 29009/ Mérida, cerro Carija, 29SQD31, 280- 375 m.s.m., Encinar y olivar adhesionado, acompañado de retamas sobre calizas, 27 -2 -2007, Recol.M. Esteban & M. GutiérrezHSS 28950/ Monesterio, puerto de las Marismas, 29SQC41, En encinares, pinares y eucaliptos con matorral de *Halimium halimifolium* (L) Willk, 23 -3 -2006, Recol.S. Aguilar, J. Blanco & F. M. Vázquez,HSS 27795/ Monesterio, Sierra de Machado, 29SQC41, En encinares, pinares y eucaliptos con matorral de *Myrtus communis* L., 23 -3 -2006, Recol.S. Aguilar, J. Blanco & F. M. VázquezHSS 18261/ Nogales, cercanías Sierra Montsalud, 29SQC6427, En charnecales y coscojares sobre áreas de afloramientos rocosos calcáreos, 17 -2 -2006, Recol.J. Blanco & F. M. VázquezHSS 17335, 17562, 17587/ Nogales, cerro Monsalud, 29SPC97, En afloramientos rocosos calizos, 23 -2 -2004, Recol.S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 11649/ Nogales, proximidades de Montsalud, 29SPC96, Roquedos calizos, 27 -2 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40527, 40528, 40529, 405230/ Nogales, proximidades de Montsalud, 29SPC96, Roquedos calizos, 27 -2 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40531/ Olivenza, Sierra de Alor, 29SPC67, Olivares sobre suelos calizos (Parada 1), 1 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44828, 44829/ Nogales, Sierra de Montsalud, , 20 -2 -2007, Recol. Miembros del equipo de A. Sánchez HSS 28871/ Puerto de los Carneros, subida al repetidor hacia Cerro Castillejo, 30SUJ22, Pinar de P.pinaster y roquedos silíceos, 27 -2 -2008, Recol.J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez, HSS 36101, 36102, 36103, 36104/ Salvatierra de los Barros, márgenes de carretera, 29SQC06, Berrocales graníticos en margen de carretera, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44034, 44063/ Santa Marta de los Barros, Sierra Caliza, Zona Sur, 29SQC07, En matorrales de *Cistus albidus* y *Quercus coccifera* L., 15 -2 -2007, Recol.F. M.

Vázquez, HSS 30099/ Sierra de Tentudía, 29SQC22, Zonas altimontanas de rebollares, 20 -2 -1997, Recol.F. M. Vázquez, HSS 220/ Sierra de Tentudía, subida al Monasterio, 29SQC31, 900- 960 m.s.m., Rebollar proximo a poblacion de Centaurea toletana subsp. tentudaica, 17 -4 -2008, Recol.M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 38000, 38002, 38004/

Solana, Sierra de Alconera. T. municipal límite Alconera-1 con Burguillos del Cerro, , 21 -2 -2007, Recol. E. Cabrera, A. Jurado & P. Rodríguez HSS 28933/ Torremejía, Arroyo de Risco, , 25 -2 -2017, Recol. M. Gutiérrez & A. Martínez col.pers. MGE 43 / Valuengo, 29SPC94, Pastizales y roquedos graníticos, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44043, 44043/ Valle de Santa Ana, 29SPC94, Calizas, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44031, 4403/ Villar del Rey, presa del Aguila, , 5 -3 -2008, Recol. D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez HSS 36296, 36298, 36299.

CACERES:

Almaraz, 29SQE51, Olivares sobre suelos calizos, 12 -3 -2009, Recol. A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40645/ Castañar de Ibor, Ctra. De Castañar de Ibor a Bohonal de Ibor, EX118, proximidades del Km 36, 30STJ99, 700- 850 m.s.m., Suelos cuarcíticos con presencia de calizas alternas, 12 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40664, 40665, 40667, 40668, 40669, 40670/ Ctra. Logrosán - Berzocana. , 592 m.s.m., 15 -3 -2007, Recol. D. García & F. M. Vázquez HSS 29505, 29506, 29521, 29472, 29473/ Garganta de Alardos, proximidades. Cruce Madrigal de la Vera-Venta de San Julián, , 6 -6 -2008, Recol. M. Cabeza de Vaca, S. Rincón & F. M. Vázquez HSS 36393,/ Guadalupe, proximidades del Humilladero (2ª parada), 30STJ96, 1000 m.s.m., Roquedos y margen de camino. Suelos pizarrosos, 30 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44461/ Hospital del Obispo, pista en dirección a La Calera, 30SUJ07, 979 m.s.m., Trampal húmedo, 15 -3 -2007, Recol.D. García & F. M. Vázquez, HSS 33627/ Madrigal de la Vera, 30TTK95, En afloramientos graníticos sobre suelos sueltos, próximos a viales, 23 -2 -2006, Recol.S. Aguilar, J. Blanco & F. M. Vázquez,HSS 17726/ Madrigal de la Vera, proximidades de la Garganta de Alardos, 30TTK94, Bordes de melojar, 19 -2 -2009, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40677, 40678/ Villareal de San Carlos, Parque Nacional de Monfragüe, 29SQE51, Roquedos graníticos, 12 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40623, 40624/ Villareal de San Carlos, 30STK41, Paredones rocosos cuarcíticos, 4 -3 -1997, Recol.M. Seifert, M. A. Suárez & F. M. Vázquez, HSS 217.

CIUDAD REAL:

Almodovar del Campo, proximidades depósito de agua, 30SVH98, 750- 830 m.s.m., Encinar-olivar sobre roquedos, 2 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 36235, 36237, 36238, 36239/Piedrabuena, camino a Casas de Valcorchete. Embalse de la Peralosa, 680 m.s.m., 2 -3 -2008, Recol. M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 36180, 36191, 36192, 36193, 36194; SALA 146302.

HUELVA:

Cala, Minas de Cala, 410 m.s.m., Suelo calizo, 22 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 37045/ Encinasola, proximidades, 29SPC82, Alcornocal sobre pizarras, 20 -3 -2010, Recol.F. M. Vázquez, HSS 44175.

MALAGA:

Ronda, Ctra. Ronda - Parauta, Parque Natural Virgen de las Nieves, 30SUF15, 1100 m.s.m., Encinares sobre suelos calizos, 21 -2 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés,HSS 40515/Ronda, Ctra. Ronda - Parauta, Parque Natural Virgen de las Nieves, 30SUF15, Cultivada hasta floración desde 21 /02/2009 MACETA 280, 22 -2 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 40673/

PORTUGAL:

ALTO ALENTEJO: Salida de Estremoz a Portalegre, antes del cruce de Arcos, 3ª parada, 423 m.s.m., 7 -2 -2007, Recol. A. Gutierrez, C. Pintos, S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 28711.

BAI: Barrancos, proximidades, , Afloramientos pizarrosos, 20 -3 -2010, Recol.F. M. Vázquez, HSS 44300, 44301.

BAIXO ALENTEJO: Álamos-Mértola, ctra. N-122, , 60 m.s.m., Sobre suelos pizarrosos, 8 -2 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 40458/

Gagea durieui Parl.

ARGELIA:

Exsiccata Un. Agric. Sig 1852 / *Gagea chrysantha* / Argelia/ mars-mai, 1852, coteaux poison's/ legit Durando "Herb. Mouillefarine" (MPU-Maire)

ORAN:

Exsiccata B. Balansa, Pl, D'Algerie, 1852/ n° 226 *Gagea chrysantha* R.S. (mans. Dur. Nom.)/*G. durieui* Parl. (manus.)/ Foret Muley-Ismael, / 30-janvier (MPU-Herb. Rayneval [four above exemplars]).Djebel Santo (Oran), IV-1921, creux des roches, leg. Ch. d'Alleizette "Plantes D'Algerie" (MA 20456/MPU).Orán, 1851, voir cent. de B. Balansa (MPU-Herb. A. de Rayneval [four above exemplars]).Ibidem; leg. Pomel "Herbier de L'Àfrique du Nord" (MPU-Maire).Ibidem, mars 1884, leg. O. Debeaux (rev. mans. Terracciano "*Gagea durieui* (Parl.) Terrac.") (MPU).Ibidem, trans des roches, (rev. mans. Terracciano "*Gagea durieui* (Parl.) Terrac.") (MPU-Herb. Battandier). Ibidem; St. Louis, leg. Pomel, "Herb. Pomel" (MPU-Maire).

Ravins argileux à Saïda (prov. d' Orán), 12 martii 1872, legit Warrion, (rev. mans. A. Terrac « *Gagea durieui* Parl.!») (MPU); Ibidem; Ravin de Noiseux, IV-1917, creux des roches, leg. Ch. d'Alleizette "Plantes D'Algerie-Alleizette" (G-Herb Saint-Lager / G-Herb. Pitard-Briau).Ravin de Minerghin?, 2-III-1914(sub. *Gagea durieui*) (MPU-Herb. Battandier)

ESPAÑA:

ALICANTE: Sierra de Bernia, 28-III-1993, 30SYH58, comunidades terofíticas (*Helianthemetea guttati*), Leg. et Det. R. Pérez Badia (MAF 150305).

ALMERÍA: Exsiccata Iter Hispanicum 1879/n° 521 *Gagea polyporpha* Boiss./ Regum Granatense, locis glareosis umbrosis in pratibus superioribus Barranco del Caballar, pr. Almeria /5-IV./ leg Huter Pota & Rigo/ (rev. manus. A. Terracciano "*Gagea iberica* A. Terrac., n. sp. próximo *G. nevadensis*..../ 07/10/1904/ A. Terrac") (G165866)./Exsiccata Iter Hispanicum 1879/n° 521 *Gagea polyporpha* Boiss./ Regum Granatense, locis glareosis umbrosis in pratibus superioribus Barranco del Caballar, pr. Almeria /5-IV./ leg Huter Pota & Rigo/ (rev. manus.A. Terrac."*Gagea iberica* A. Terrac. n. sp.(molto próxima cum *G. nevadensis*). A. Terracciano") (MPU 12544)/Exsiccata Iter Hispanicum 1879/n° 521 *Gagea polyporpha* Boiss./ Regum Granatense, locis glareosis umbrosis in pratibus superioribus Barranco del Caballar, pr. Almeria /5-IV./ leg Huter Pota & Rigo/ (rev. manus. A. Terracciano "*Gagea 270iberica* A. Terrac., n. sp./V/1904 /A. Terrac") / (rev. mans. G. López "*Gagea iberica* A. Terrac. /Typus. 16-X-1991") (FI). /Exsiccata Iter Hispanicum 1879/n° 521 *Gagea polyporpha* Boiss./ Regum Granatense, locis glareosis umbrosis in pratibus superioribus Barranco del Caballar, pr. Almeria /5-IV./ leg Huter Pota & Rigo/ (rev. manus Greuter: "*Gagea durieui* Parl. subsp *iberica* A. Terrac. (= *G. distans* Pascher) Syntipus./ VIII-1963") (Z27507) (propuesto como lectotipo de *G. distans* Pascher). /Barranco de Caballar, 6-IV-1921, leg. E. Gros, Institutum Botanicum Barcinonense (G 223971/ MA20451) /Cabo de Gata, 6-III-1921, in umbrosis, 0-450 m., leg. Gros, det. C.Pau (sub *G.durieui* f. *heterostylia*) (MA 20452).

MALAGA: Alora, proximidades, 22-2-2009, 30SUF47, 300 msm., Roquedos y olivares, Leg. M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40481/40482/40483); Mijas, Sierra de Mijas, 22-2-2009, 30SUT97, 800-900 msm., Roquedos y encinar, Leg.M. Gutiérrez & R. Valadés (HSS 40518/ 40519/ 40520/ 40521/ 40522).

MALLORCA: Ctra. Palma-Manacor (c. 175), a 5 Km. Del Museo del Vidrio S. XVIII, prox. A Algaida, 24-III-1988, lat. 39, 61° long. 2,91°, leg. A. Ortega & M.C. Viera, det. MC.Viera (UNEX 34784-1).Exsiccata Plantas de Baleares-Ferrer / n° 73 *Gagea durieui* Parl./ Mallorca/ 8-III-1947/ rarísimo, solo conocida de Bellver y difícil de hallar/ leg. Pau Ferrer (MAF 34353/8229).Exsiccata Plantas de Baleares-Ferrer / n° 73 *Gagea durieui* Parl./ Mallorca: Bellver/ 8-III-1947/ rarísimo / leg. Palau Ferrer (GDA 37558).Bellver, 28-II-1943, leg. Palau Ferrer "Flora Majoricense"(sub. *Gagea soleirolii* Schultz.)(rev. mans. G. López "*Gagea durieui* Parl. ex Batt. & Trabut/ VI-96")(MA 20485).

MURCIA: Cartagena, maio 1909, leg. Jimenez, "Caroli Pau herbarium hispanicum" (sub. *Gagea iberica* A. Terracciano!)(G-BUR).Exsiccata Plantas d'Espagne-F. Sennen /n°1368 /*Gagea iberica* A. Terra. (ex Pau)/ Murcia: Cartagena a El Gallufo/ III-1909/ leg. F. de P. Jimenez. (G-BUR)

Gagea dubia A. Terrac.

ESPAÑA

ALMERIA:Calar Alto, Ctra. AL-4404, KM 23. Sierra Filabres, 30SWG31, 1920 m.s.m., 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. ValadésHSS 41185.

GRANADA: Ferreira, bajada del Puerto de Ragua, 30SWG90, 1860 m.s.m., Roquedos pizarrosos, junto pinar de *P. sylvestris*, 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 41174 / Puerto de Ragua, 30SVG90, 1900-2000 m.s.m., Pastizal montano, 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 40918.

Gagea extremadurensis M. Gutiérrez & F. M. Vázquez

ESPAÑA

BADAJOS:

Ba: Castuera, proximidades, 30STH78, Roquedos pizarrosos, 16 -3 -2010, Recol. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44130, 44132/ Ctra. Jerez de los Caballeros a La Bazana, 29SPC94, Roquedos graníticos en ribera del Río Ardila, 20 -1 -2010, Recol.M. J. Guerra, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 43899, 43901 / Guadajira, Mirador de Guadajira, 29SQD00, Ladera con cultivo de almendros abandonados, 26 -2 -2007, Recol.S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez HSS 28889/ Guadajira, proximidades del mirador, 29SQD00, Ladera con matorral de coscojas y retamas, 2 -3 -2007, Recol.M. Gutiérrez, HSS 29071, 29072, 29074 / Guadajira, proximidades del mirador, 29SQD00, Ladera con matorral de coscojas y retamas, 2 -3 -2007, Recol.M. Gutiérrez, HSS 29075, 29076, 29077/ Guadajira, proximidades del mirador, 29SQD00, Encinar acompañado de almendros, 11 -3 -2009, Recol.J. L. López & M. Gutiérrez, HSS 40712, 40713,40714 / Guadajira, proximidades del mirador, 29SQD00, Ladera con cultivo de almendros abandonados, 30 -3 -2009, Recol.M. Gutiérrez, HSS 40812/ Hornachos, camino del Lobo, 29SQC57, Pizarras y cuarcitas, 16 -3 -2010, Recol. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 44256, 44257/ Lobón, Ctra. Guadajira-Lobón, 29SQD00, Coscojar-tomillar, 11 -3 -2009, Recol.J. L. López & M. Gutiérrez, HSS 40708, 40709 / Nogales, proximidades de Montsalud, 29SPC96, Roquedos calizos, 27 -2 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40532, 40533/ Oliva de Mérida, Sierra de Utrera, 29SQC4795, Bosque serial de *Quercus rotundifolia* L. y roquedos, 9 -3 -2007, Recol. J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez, HSS 29647, 29654, 29655/ Oliva de Mérida, Sierra La Garza, 29SQC49, 387- 620 m.s.m., Matorral seriado de bosque mixto en umbría, , 1 -3 -2007, Recol. J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 29233/ Retamal de Llerena, cruce de BA-112 y Ctra. EX103 hacia Higuera de la Serena-Campillo, 30STH57, Pizarras, 16 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44273, 44274,44275,44276, 44277, 44279 / Retamal de Llerena, proximidades del cruce entre Higuera de la Serena-Campillo, 30STH57, Pizarras, 29 -3 -2018, Recol. M. Gutiérrez & A. Martínez, col. pers. MGE 79 / Zarzacapilla, Sierra, 30SUH19, 700- 840 m.s.m., Matorral de alcornocal y roquedos, 11 -3 -2008, Recol.J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez HSS 36757, 36759,36761, 36762.

PORTUGAL

BAIXO ALENTEJO:

Castelo de Vide, ctra.hacia Penhas, Pastizales y roquedos graníticos, 12 -3 -2010, Recol. F. M. Vázquez, HSS 44150.

Gagea foliosa Schult. f.

ARGELIA:

Exsiccata Iter Maroccanum n° 117. Hab. In pratis montis Yebel Lerz dictis (Atlante rhiphane), 2150 m. alt.; 12-VI-1927, Dr. *Font Quer* (sub. *Gagea foliosa* var. *intermedia* A. Terrac.) (MA 2053). Dijurdjura, 05-V-1989, A. Dubuis (SALA 92927)

ITALIA

SICILIA: Flora nebrodensis: In saxosis calcareis supra Castellbuono, 7-1000m., 6-IV-1874, *P. Gräbner Strobly* (K)(BM); Planta Siculae: in pascuis elatioribus Nebrodum, ad nives Colma Grade (17-1800 m.s.m.), 14-VI-1855, *E. et A. Huet du Pavillon* (sub *Gagea nivalis* Nobis.) (COI 50767) (K) (BM) (FI); Todaro Flora Sicula Exsiccata n° 740: in montosis aparcis nemorum-*Tortici*. Majo. *Todaro* (K) (BM) (G-BUR, Rev A. Terracciano 1094) (FI); In herboris montosis Ficuzae ad Busambra prope Panormeum, IV-1886, *Bonafede*, (Plantae siculae-Herbarium R. Hort. Bot. Palorminati) (LISU 16112); In elatioribus montibus Busambra, 12-IV-1898, *A. Terracciano* (Plantae siculae- Herbarium R. Hort. Bot. Palorminati)(FI); Ficuzza, *Parlatore* dedit, 8-IV-1841. (sub *Ornithogalum villosum*)(Rev. C. Heyn 1970) (K)

MARRUECOS:

Iter Maroccanum I. 10-16 Mayo 2010 (HSS-MAF) Chefchaouen, Talassematane. Bosques de *Abies maroccana*, , 15 -5 -2010, Recol. R. Ferreira, R. Gavilán, C. Pintos, D. Sánchez, F.M. Vázquez & B. Vilches (*Iter Maroccanum* I, 10-16 Mayo 2010) HSS 56691/ *Iter Maroccanum* I. 10-16 Mayo 2010 (HSS-MAF). Chefchaouen, Parque Nacional Talassematane, , 1717 m.s.m., En bosques de *Abies maroccana* Trab., 14 -5 -2010, Recol.R. Ferreira, R. Gavilán, C. Pintos, D. Sánchez, F.M. Vázquez & B. Vilches (*Iter Maroccanum* I,

10-16 Mayo 2010) HSS 48641 / *Iter Maroccanum* I. 10-16 Mayo 2010 (HSS-MAF). Ketama, a 20 Km de Ketama, dirección a Chefchaouen, , 1665 m.s.m., zonas montanas con Pinus sp y Betula sp, 14 -5 -2010, Recol.R. Ferreira, R. Gavilán, C. Pintos, D. Sánchez, F.M. Vázquez & B. Vilches (Iter Maroccanum I, 10-16 Mayo 2010) HSS 48645.

ESPAÑA

ALMERÍA:

Al: Bcares, bajada desde Calar Alto, Ctra. AL-1178, 30SWG31, 1950 m.s.m., Suelos pizarrosos, 10 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 41191, 41193, 41195/

GRANADA: Sierra Nevada, Hoya de la Mora, 2500 m.s.m., Borreguiles, 1 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. VázquezHSS 42493, 42494/

Sierra Nevada, Hoya de la Mora (cultivada desde 01/06/2009 en Finca La Orden, Badajoz), , 2500 m.s.m., Borreguiles, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. VázquezHSS 43029/

JAEN: Cambil, Ctra. A-324, Sierra Magina, 30SVG57, 1120 m.s.m., 10 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 41204/

Gagea granatelli Parl. (sensu stricto)

ARGELIA:

El Eulma, Bir-El-Aroche, 25-III-1986, cunetas, 1000 msm., leg. *A.A. & J.G.R.* (rev. *Gagea granatelli* (Parl.) Parl., Det. *J. M. Tison*, 05/07/2001) (SEV 24388); Exsiccata Iter Boreali-Africanum n° 279. Constatina: in petrosis her. Summi montis Mansourab, 18 Feb 1869, Leg. *E.G. Paris.* (BM).

ITALIA:

SICILIA: In herbosis nemorum ad Ficuzza prope Panormum, IV-1889, Leg. *Resina*, dedit. *A. Terracciano* (Herb. R. Hort. Bot. Panormitani (FI)); CALABRIA: Sila, Rose (Cosenza), 1 Km ad Est vicino alla S.S. 276 (UTM 33 XD 12.61), ca 650 m.s.l. loc. Giancorella, 16-III-2002, *D. Puntillo* (FI). MARCHE: pascoli aridi e garighe in località "la Valle" sopra Gelagna Bassa, 10-IV-1981, suolo calcáreo, 740 m, *S. Babelli*. (Herbarium S. Ballesi) (FI); PUGLIE: Nei colsi det, Paseo del Conde a Bui de Puglia, 16 -III- 1896, *A. Palanza* (FI).

ESPAÑA

BADAJOS: La Parra, Sierra de La Parra, , Sierra con roquedos calizos, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. VázquezHSS 44021, 44022, 44024/

MADRID: In collibus siccis Aranjuez (Madrid), 19-III-1933, *C. Vicioso* (MA 20512); LA RIOJA: Exsiccata Plantes d' Espagne n° 1302. Castille: Pentès ensoleillées à Cellorigo, II et III, 1910 et 1911, *Hno Elías* (sub. *Gagea foliosa* R. et S.) (BM 18124).

Gagea lacaitae A. Terrac.

ESPAÑA

ALMERÍA: Bcares, a 5 km. Del pueblo. Sierra Bcares, 30SWG31, 1690 m.s.m., Suelos calizos, 10 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés,HSS 41199/

BAJAJOS: Almendral, , 12 -3 -2007, Recol. F. M. Vázquez, HSS 30038/Bienvenida, 29SQC44, Márgenes de cultivos, sobre pizarras, suelos calizos, 16 -3 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. VázquezHSS 40682,40683, 40684/ Calera de León, Tentudía. Proximidades del cruce con Cabeza la Vaca, 29SQC32, Pinar-rebollar sobre suelos y roquedos pizarrosos, 5 -4 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44535, 44539/ Calera de León, proximidades Monasterio de Tentudía (ladera norte), 29SQC31, Melojar, pinar y olivar, 21 -3 -2007, Recol.D. García, M. Gutiérrez & J. L. López, HSS 30176, 30191/Feria, alrededores, Sierra Vieja, 700-810 m.s.m., 8 -3 -2008, Recol. M. Esteban, F. & M. Gutiérrez HSS 36532/ Fuentes de león, Cerro del Cuerno (2ª parada), 795 m.s.m., 12 -2 -2011, Recol. F. M. Vázquez HSS 48859/ Llerena, Sierra de San Miguel, , 24 -2 -2007, Recol. P. J. Fdez, J. Ledo & G. Macías HSS 28930, 28931, 28932/.

CACERES: Valencia de Alcántara, Ctra. 521, KM 131, Ruta hacia Peña de Vihuela, proximidades río Alburrel, 29SPD57, Suelos pizarrosos en dientes de perro, 5 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F.

Márquez, HSS 36322.

PORTUGAL

BAL: Castelo de Vide, ctra.hacia Penhas, Pastizales y roquedos graníticos, 12 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44086

Gagea lusitanica A. Terrac.

ESPAÑA:

BADAJOS:

Burguillos del Cerro, 29SQC15, En zonas graníticas, 23 -3 -1993, Recol.F. M. Vázquez, HSS 4125 / Cabeza del Buey, 30SUH08, Material de raña pleocuaternaria, 24 -3 -2002, Recol.J. Blanco & P. Escobar, HSS 8343/ Cabeza del Buey, Puerto de la Nava, 30SUH0585, Jaral-enebral y roquedos, 11 -3 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez, J. M. Pavo & R. Valadés HSS 29792, 29798/ Cabeza del Buey, Puerto de la Nava, 30SUH0585, Jaral-enebral y roquedos, 11 -3 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez, J. M. Pavo & R. Valadés, HSS 29798/ Calera de León, proximidades Monasterio de Tentudía (ladera norte), 29SQC31, Melojar, pinar y olivar, 21 -3 -2007, Recol.D. García, M. Gutiérrez & J. L. López, HSS 30181, 30194, 30198/ Calera de León, subida a Tentudía, 29SQC3315, 900- 1100 m.s.m., En bosques de Quercus pyrenaica y áreas de escobonales, 3 -3 -2006, Recol.J. Blanco, S. Ramos & F. M. Vázquez HSS 17800,17805/ Carbajo, ruta de Fuente de San Juan, 29SPD58, Cuarzitas acompañadas de suelos ligeramente básicos, -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44078, 44079/ 44080/ Ctra. Cabeza la Vaca a Tentudía. Ctra., KM 10 (Parada 2), , 4 -5 -2010, Recol. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 44548/ Ctra. Navalvillar de Pela a Orellana la Vieja, Sierra de Orellana (Finca Juan Sánchez), 30STJ82, Sierras cuarcíticas, 30 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44554/ Embalse García - Sola, , 24 -2 -2007, Recol. G. Macías & E. Jimenez Díaz, HSS 29256/ Feria, alrededores, Sierra Vieja, 700- 810 m.s.m., 8 -3 -2008, Recol. M. Esteban, F. & M. Gutiérrez HSS 36531 / Fuentes de León, proximidades del castillo y cerro del Cuerno, 29SQC21, Olivar sobre suelos calizos, 5 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 40580/ La Bazana, 29SPC93, En las proximidades del puente romano, camino de Jerez, 13 -3 -2006, Recol.D. García, M. J. Guerra, M. Gutiérrez & S. Ramos, HSS 17945/ La Lapa, La Hoxa, , 13 -3 -2007, Recol. F. M. Vázquez HSS 29858/ La Parra, Sierra Caliza, 29SQC0865, Ladera caliza con orientación sur. Coscojar y pastizal. 29SQC0865/29SQC0864, 4 -3 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez, J. M. Pavo & R. Valadés, HSS 29008/ La Parra, Sierra de La Parra, , Sierra con roquedos calizos, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44019/ La Parra, Sierra Trasierra, 29SQC06, 600- 730 m.s.m., Calizas, 8 -3 -2008, Recol.M. Fernández & D. García, HSS 36556/ Monesterio, cerro de Sierra Morena, 29SQC41, 800- 900 m.s.m., Encinar adhesado, 9 -3 -2009, Recol.D. García & F. Márquez HSS 40608, 40609/ Monesterio, puerto de las Marismas, 29SQC41, En encinares, pinares y eucaliptos con matorral de Halimium halimifolium (L) Willk, 23 -3 -2006, Recol.S. Aguilar, J. Blanco & F. M. Vázquez, HSS 18167/ Nogales, cercanías Sierra Montsalud, 29SQC6427, En charncales y coscojares sobre áreas de afloramientos rocosos calcáreos, 17 -2 -2006, Recol.J. Blanco & F. M. Vázquez, HSS 17573/ Oliva de Mérida, Sierra de Utrera, 29SQC4795, Bosque serial de Quercus rotundifolia L. y roquedos, 9 -3 -2007, Recol.J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez, HSS 29648,, 29649, 29650, 29651, 29652, 29653/ Olivenza, Sierra de Alor (Parada 1), 29SPC67, Olivares sobre suelos calizos (parada 1), 1 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 43826/ Olivenza, Sierra de Alor, 29SPC67, Olivares sobre suelos calizos (parada 1), 1 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 43827/ Parque Natural de Cornalvo, , 15 -3 -2009, Recol. M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 40705, 40706, 40707/ Retamal de Llerena, cruce de ctra BA-118 Y EX103, hacia Higuera de la Serena-Campillo, 30STH57, Pizarras, 16 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 44282, 44284, 44285/ San Jorge de Alor, 29SPC67, En afloramientos rocosos calcáreos en la Sierra de Alor, 11 -3 -2006, Recol.F. M. Vázquez, HSS 17965/ Zarzacapilla, Sierra, 30SUH19, 700- 840 m.s.m., Matorral de alcornoque y roquedos., 11 -3 -2008, Recol.J. Blanco, D. García & M. Gutiérrez, HSS 36754, 36755.

CACERES:Arroyomolinos de la Vera, proximidades de Peñalba, 30TTK53, Roquedos graníticos, 27 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 37440, 37440/ Barrado, Cerro del Alto de Umbría, 30TTK54, Melojar, 27 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 37328/ Castañar de Ibor, Ctra. De Castañar de Ibor a Bohonal de Ibor, EX118, proximidades del Km 36, 30STJ99, 700- 850 m.s.m., Suelos cuarcíticos con presencia de calizas alternas, 12 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40660, 40661, 40662, 40663, 40666/ Ctra. Cuacos de Yuste a Garganta la Olla, 30TTK64, Cultivada hasta floración desde el 19/02/2009. Melojar sobre rocas graníticas, 13 -3 -2009, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40676, 40678/ Ctra. Huertas de Cansa - Valencia de Alcántara, 29SPD45, Berrocales graníticos. Proximidades población de Euphorbia paniculata, 5 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez HSS 36351/ Ctra. Pasarón de la Vera - Piornal, cascada en margen

derecho a 6 km. De Piornal, , 24 -3 -2007, Recol. M. Fernández & D. García HSS 30469, 30470/ Cuacos de Yuste, subida al Monasterio, 30TTK64, Melojar, 27 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 37486, 37486/ Deleitosa, Collado de los Pableras, 30STJ7294, Encinar-jaral sobre laderas, 18 -3 -2007, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 29888/ Gargüera, Ctra. CV 18-1, KM 5-6, 30TTK53, Melojar, 27 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 37291/ Guadalupe, proximidades del Humilladero (1ª parada), 30STJ96, 1000 m.s.m., Melojar y margenes de caminos. Suelos pizarrosos, 30 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 44448, 44449, 44450, 44451, 44452/ Guadalupe, proximidades del Humilladero (2ª parada), 30STJ96, 1000 m.s.m., Roquedos y margen de camino. Suelos pizarrosos, 30 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 44458, 44459, 44460, 44462, 44463/ Guadalupe ,proximidades de Granja de Mirabel, 30STJ96, Suelos pizarrosos, 10 -3 -2018, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínezcol.pers. MGE 72/ Herrerueta, proximidades. Ctra. N-521, camino antes del KM104, , Afloramientos pizarrosos, 12 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44116, , 44117, 44118, 44119, 44120, 44121, 44122, 44123/ Huertas de Cansa, Ruta de las Lanchuelas, 29SPD45, Berrocales graníticos, 5 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 36343, 36343/ Miravete, puerto de Miravete, 30STJ6499, Pinar y roquedos , 18 -3 -2007, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés HSS 29616, 29617, 29618/ Montánchez, 29SQD44, En zonas graníticas, 14 -3 -2003, Recol.S. Ramos, C. Vázquez & F. M. Vázquez, HSS 11130/ Salorino, puerto Elice. Límite provincial Cc-Ba, Ctra. CV 91, KM 7, 29SPD66, Alcornocal, 5 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 36356/

CIUDAD REAL:

Fernancaballero. Embalse Gasset, 30SUVJ13, 630 m.s.m., Encinar aclarado, 2 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés HSS 36197, 36198, 36199, 36200, 36201, 36202, 36203/Piedrabuena, camino a Casas de Valcorchete. Embalse de la Peralosa, 680 m.s.m., 2 -3 -2008, Recol. M. Gutiérrez & R. Valadés HSS 36188.

HUELVA: Cala, Minas de Cala, , 410 m.s.m., Suelo calizo, 22 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 37046/ Minas de Cala, , 410 m.s.m., Suelo calizo, 22 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 37046/

SEVILLA:

Guadalcanal, 30STH51, 790 m.s.m., Olivar sobre suelos calizos, 16 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 36886, 36887, 36888, 36889, SALA 146303.

PORTUGAL:

ALTO ALENTEJO: Castelo de Vide, Escusa, 7-III-1855, fornos de cal, pH 8, *M. Beliz*, Det. *M. Beliz* (sub. *Gagea foliosa* subsp. *lusitanica* Terrac.) (Plantae Lusitanae ex Herbario Stationsis ad Melioramentum Plantarum)(Ex Herb. De Malato Beliz) (MA 2851711) / Estremoz, Ourada, Monte calizo, 20 -3 -2010, Recol.F. M. Vázquez HSS 44219, 44220, 44221, 44222, 44223, 44224/ Portalegre, proximidades, , Rebollar, 20 -3 -2010, Recol.F. M. Vázquez HSS 44302, 44303, 44304, 44305, 44306, 44307, 44308, 44309/ Serra de Ossa: tentre Bencatel e Redondo: em matos cortados recentemente junto aos afloramentos de xistos exp. SE., 26-II-1957, Leg. *Malato Beliz et Ponce-Dentistro*, Det. *Malato Beliz* (sub. *Gagea foliosa* subsp. *lusitanica* Terrac.) (Plantae Lusitanae ex Herbario Stationsis ad Melioramentum Plantarum)(Ex Herb. De Malato Beliz) (MA 285172).

BEIRA BAIXA: Castelo Branco, Monte Brito, Junho de 1881, A. R. *da Cunha* (sub *G. polymorpha* Boiss) (rev. mans. *A. Terracciano: Gagea lusitanica* A. Terrac, sp. n.) (*Herbarium Lusitanicum*) (lectotipo, LISU!); Herbarium Lusitanicum n° 1145. Castelo Branco Juin 1885, leg. *J. Daveau* (sub *Gagea polymorpha* Boiss) (G) (MPU0113881) (LISU1); Castelo Branco, 12-III-2010, *M. Gutiérrez & F. M. Vázquez*, afloramientos pizarrosos con suelos calcáreos (HSS 44065); Castelo Branco, , Afloramientos pizarrosos con suelos calcáreos, 12 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44064, 44065, 44066, 44067, 44068, 44069, 44070/BB: Castelo Branco, Afloramientos pizarrosos con suelos calcáreos, 12 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44071.

BAIXO ALENTEJO: Barrancos, proximidades, , Afloramientos pizarrosos, 20 -3 -2010, Recol.F. M. Vázquez, HSS 44299/ Castelo de Vide, ctra.hacia Penhas, , Pastizales y roquedos graníticos, 12 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44081, 44082, 44087, 44088, 44089, 44090, 44091, 44092, 44093, 44094/ Castelo de Vide, ctra.hacia Penhas, , Pastizales y roquedos graníticos, 12 -3 -2010, Recol.F. M. Vázquez, HSS 44152, 44153, 44154, 44155, 44156/ Marvao, Escussa, , Suelos calizos, 12 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 44097, 44098, 44099, 44100, 44101, 44102, 44103, 44115.

Gagea pratensis (Pers.) Dumort.

ESPAÑA:

CACERES: Área protegida de la turbera de La Garganta, 30TTK66, En zonas colindantes a la turbera, prados de siega, 11 -4 -2006, Recol.S. Ramos, S. Rincón & F.M. Vázquez, HSS 19597/ Bajando el Puerto del Piornal, 30TTK56, Melojar, 3 -4 -2006, Recol.J. Blanco, S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 18598/ Barrado, cerca de La Solana, 30TTK54, 700 m.s.m., En rebollares y castañares por encima 700 msm, 5 -3 -2004, Recol.F. M. Vázquez, HSS 11779/ Castañar de Ibor, 30STJ98, 700- 900 m.s.m., Castañar, 12 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40643/ Guadalupe, , 850- 950 m.s.m., Castañar, 12 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40626,40627, 40628, 40629, 40630, 40640/ Guadalupe, 30STJ97, 850- 950 m.s.m., Castañar, 12 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40625/ Hacia Candelario, , 11 -4 -2006, Recol. S. Ramos, S. Rincón & F.M. Vázquez HSS 19103 / Hospital del Obispo, Valle, 30STJ98, 1000 m.s.m., Pastizales de rebollar y turberas, 30 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F.M. Vázquez, HSS 44549/ La Garganta, Alto de la Muela, 30TTK66, 1370- 1500 m.s.m., Prados de siega y abedular, 18 -4 -2007, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 31067,31068, 31069, 31070, 31071, 31072, 31073, 31074/ La Garganta, cercanías del Alto de la Muela, 30TTK66, 1370- 1400 m.s.m., Granitos ultrabásicos, 18 -4 -2007, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 31085, 30112, 30116, 30147, 30148, 30149, 30150/ La Garganta, La Muela, 30TTK66, 1370-1500 m.s.m., Prados de siega y alisedas, 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 41166, 41167/ La Garganta, Valle de Balozano, 30TTK66, 1200 m.s.m., Prados de siega y alisedas, 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez,HSS 41127, 41128/ La Garganta, Valle de Balozano, 30TTK66, 1300- 1400 m.s.m., Cereza y prados de siega, 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 41147/ La Garganta, Valle de Balozano, 30TTK66, 1400- 1500 m.s.m., Roquedos, 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 41154, 41155/ La Garganta, Valle de Balozano, 30TTK66, 1600- 1650 m.s.m., Pastizal montano, 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 41162/ La Garganta, Valle de Balozano, 30TTK66, Bosque de ribera y prados de siega, 22 -3 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 30235/ Navalvillar de Ibor, pista de Navalvillar de Ibor a Hospital del Obispo, 30STJ9784, En laderas con fuerte pendiente junto a loreras y rebollares, 9 -3 -2006, Recol.J. Blanco, D. García, M. Gutiérrez, P. Matos & F. M. Vázquez, HSS 17831/ Puerto de Tornavacas, 30TTK76, 1500- 1600 m.s.m., 6 -5 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 38376, 38378/ Tornavacas, Puerto de Tornavacas, 30TTK76, Pastizales montanos, 5 -5 -2018, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínez, col.pers. MGE 89 / Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 30TTK76, 1500 m.s.m., Pastizales montanos, 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42068/ Valdeastillas, 30TTK34, En castañares y rebollares climácicos, 3 -4 -2006, Recol.J. Blanco, S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 18520, 18534/

TERUEL:

Te: Bronchales, proximidades del pueblo, 1600- 1650 m.s.m., Roquedos con matorral aclarado de *Cistus laurifolius*, 11 -6 -2008, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 39467/Bronchales, ruta hacia Noguera y Sierra Alta, , 1700- 1800 m.s.m., Pinar y roquedos, 11 -6 -2008, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 39206/ Bronchales, ruta hacia Noguera y Sierra Alta, 30TXK18, 1700- 1850 m.s.m., pinar y roquedos , 11 -6 -2008, Recol.M. Gutiérrez & F.M. Vázquez, HSS 39206,39467, 39468, 39469, 39470, 39471, 39472/ Te: Bronchales, proximidades del pueblo, (Ba: Guadajira, Finca La Orden, Cultivada M.226, 4 -3 -2009, Recol.M. Gutiérrez, HSS 40606 /

SORIA:

Arevalo de la Sierra, Ctra. So-P-1004, 30TWN35, 1180- 1200 m.s.m., margenes de cultivos y vaguadas sobre suelos margosos, 27 -3 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 41098, 41107/Oncala, Puerto de Oncala, 30TWM54, 1500 m.s.m., 27 -3 -2009, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, Recol. HSS 41098.

Gagea polymorpha Boiss.

ESPAÑA: MÁLAGA (G): *Aspartan montosis elatioribus*, et prope Alora in petraeis, 1838, leg Haenseler (sub. *G. polymorpha* Boiss) (G 165084!) (Lectotype designated by Burdet *et al.* , 1982, (conf. Tison, 2004))

Gagea pseudofoliola M. Gutiérrez & F.M.Vázquez

ESPAÑA:

BADAJOZ:Badajoz, Cañada Real de Sancha Brava, 29SPD70, Zonas de coscojales y berzales, 15 -3 -2010, Recol.F. M. Vázquez, HSS 44054, 44055, 44056, 44057, 4405 44059, 44060/ Cabeza la Vaca, camino de los Bonales, 29SQC31, Ladera norte, 1 -4 -2008, Recol. F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 37537, 37538, 37539, 37540, 37541, 37542, 37543, 37544, 37551, 37552, 37554/ Cabeza la Vaca, camino de los Bonales, 29SQC31, Ladera norte, 17 -4 -2008, Recol.F. Márquez & M. Gutiérrez, HSS 37344, 38338/ Fuentes de León, proximidades del Cerro del Castillo, , 31 -3 -2009, Recol. D. García, M.J. Guerra, M. Gutiérrez & J.L. López HSS 43564/ Sierra de Tentudía, proximidades de ctra., 29SQC31, Cultivada hasta floración desde el

14/01/2009. M-240, 13 -3 -2009, Recol. M. Gutiérrez, S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 40674/ Sierra de Tentudía, subida al Monasterio, 29SQC31, 900- 960 m.s.m., Rebollar proximo a poblacion de *Centaurea toletana* subsp. *tentudaica*, 17 -4 -2008, Recol. M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 38001/ Sierra de Tentudía, subida al Monasterio, 29SQC31, 960- 1020 m.s.m., Olivar-pinar, 17 -4 -2008, Recol.M. Gutiérrez & F. Márquez HSS 38003/ Valle de Matamoros, 29SPC95, Pastizales de bosques adhesionados, 28 -2 -1997, Recol.F. M. Vázquez, HSS 215.

HUELVA:

Arroyomolinos de León, 29SQC21, 800- 900 m.s.m., Castañar, 12 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 40616, 40617, 40618, 40619/ Arroyomolinos de León, Cerro El Pesito, 29SQC21, Alcornocal, 9 -3 -2009, Recol.D. García & F. Márquez, HSS 40612, 40613/Arroyomolinos de León, Cerro Gordo, 29SQC21, 900- 1000 m.s.m., Castañar, 9 -3 -2009, Recol.D. García & F. Márquez, HSS 40621/

SEVILLA:

El Real de la Jara, Ctra. hacia Real de la Jara, a 2-3 km del límite provincial con Badajoz, , 580 m.s.m., rivera con afloramientos calcáreos, 20 -4 -2010, Recol.M. Cabeza de Vaca, M.J. Guerra, M. Gutiérrez, M. Martínez & F. M. Vázquez, HSS 46009/El Real de la Jara, puente río Cala. Límite provincial Sevilla-Huelva, 30SQC40, 430 m.s.m., Afloramientos graníticos en rivera, 16 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 36809, 36810/

Gagea ramulosa A. Terrac., *Boll. Soc. Ort. Palermo* ii. (Sept. 1904) repr. 9.

ESPAÑA:

BADAJOZ:

Castuera, proximidades, 30STH78, Roquedos pizarrosos, 16-3-2010, Recol. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44131/ Fuente del Maestre, Sierra Rubio, 29SQC26, Suelos calizos, 9 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44017, 44018/ Hornachos, camino del Lobo, 29SQC57, Pizarras y cuarcitas, 16 -3 -2010, Recol. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 44254/ Olivenza, Sierra de Alor, 29SPC67, Olivares sobre suelos calizos (Parada 1), 1 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 43830, 43831, 43832, 43833/ Segura de León, Ctra. De Segura de León a Fuentes de Cantos, EX202, KM 53, 29SQC22, Dehesa sobre rocas graníticas, 5 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40605/

CACERES:

Valencia de Alcántara, Ctra. 521, KM 131, Ruta hacia Peña de Vihuela, proximidades río Alburrel, 29SPD57, Suelos pizarrosos en dientes de perro, 5-3-2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 36320, 36321/ Cc: Valencia de Alcántara, Ruta río Alburrel, 29SPD57, Suelos pizarrosos en dientes de perro, 4-3-2018, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínez col.pers. MGE 66.

HUELVA:

Arroyomolinos de León, La Razuela, 29SQC21, 9 -3 -2009 , Encinar-olivar, Recol. D. García & F. Márquez, HSS 40610.

PORTUGAL:

BAIXO ALENTEJO:

Marvao, Escussa, Suelos calizos, 12 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44104, 44105/

ALTO ALENTEJO:

Estremoz, Ourada, Monte calizo, 20 -3 -2010, Recol.F. M. Vázquez, HSS 44219, 44220, 44225/

Gagea soleirolii F. W. Schultz ex Mutel.

ESPAÑA:

AVILA:

Alto de la Covacha, 30TTK75, 2300 m.s.m., Megafobios, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 43067, 43069, 43069, 43070/ Alto de la Covacha, 30TTK75, 3000 m.s.m., Megafobios, 2 -7 -2009, Recol.A. González, J.L. López & F.M. Vázquez, HSS 43065, 43066, 43070, 43071 / Bajada a Laguna del Barco, 30TTK75, 1400- 2000 m.s.m., 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 43024, 43024/ De Trasera de Jaranda a La Covacha, , 22 -6 -2009, Recol. M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez HSS 43076 / La Azagalla, 2300 m.s.m., 22 -6 -2009, Recol. M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 43092, 430927/ Laguna del Barco, proximidades, 30TTK75, 2000 m.s.m., 2 -7 -2009, Recol.A. González, J.L. López & F.M. Vázquez, HSS 43088, 43089/ Pico de Portilla de Jaranda hacia Barco de Ávila, 30TTK75, 2350 m.s.m., Vaguadas de arroyo de deshielo, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez HSS 43094/ Subida de Portilla de Jaranda a La Angostura, 30TTK75, 2300 m.s.m., Pastizales montanos, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 43073, 43074, 43075/ Villanueva del Campillo, proximidades del puerto de Villatoro, 30TUK19, 1350 m.s.m., Roquedos graníticos, 26 -3 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40797, 40799/

BADAJOS:

Fuentes de León, cerro opuesto a la Cueva del Ciervo, , 18 -3 -2008, Recol. M. Gutiérrez, F. Márquez, S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez, HSS 36985 / Fuentes de León, proximidades Cueva del Cuervo, 29SQC21, Margen camino y olivares sobre suelo calizo, 18 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez, F. Márquez, S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez, HSS 36993, 37009/ Fuentes de León, proximidades Cueva del Cuervo, 800 m.s.m., 3 -3 -2008, Recol. Marisa & F. M. Vázquez, HSS 36253/ Fuentes de León, proximidades del castillo y cerro del Cuerno, 29SQC21, Olivar sobre suelos calizos, 5 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40578, 40579,40584, 40587, 40590/

CACERES:

Cc: Acebo, 29TPE95, Rivera con afloramientos rocosos graníticos, 24 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40772, 40773/ Alto de La Angostura, 2300 m.s.m., 2 -7 -2009, Recol. A. González, J.L. López & FM. Vázquez HSS 43091/ Alto de Majarreina, 2300 m.s.m., Megaforbios, 9 -6 -2009, Recol.F. M. Vázquez, HSS 42771,42772, 42773, 42774, 42775/ Alto de Majarreina, 2350 m.s.m., 9 -6 -2009, Recol. F. M. Vázquez, HSS 42783, 42784, 42785/ Alto de Majarreina, hacia el Calvitero, , 2100- 2200 m.s.m., Pastizales montanos, 9 -6 -2009, Recol.F. M. Vázquez,HSS 42749, 41992, 42751, 42752, 42753, 42754, 42755, 42756/ Alto de Portilla de Jaranda, 30TTK75, 2300 m.s.m., Pastizales sobre roquedos, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 42123/ Bajada de Majarreina, hacia el Calvitero de Cáceres, 2300 m.s.m., Grietas de rocas, 9 -6 -2009, Recol.F. M. Vázquez, HSS 42718, 42719, 42720, 42721/ Béjar, Sierra de Béjar, 30TTK76, 220 m.s.m., Prados próximos a roquedos, 9 -6 -2009, Recol.F. M. Vázquez, HSS 42761, 42762/ Casares de Hurdes, El Gasco, , Zonas de bordes de cultivos y matorrales próximos a cursos de agua, 23 -4 -2010, Recol.J. Blanco, D. García & F. Márquez, HSS 46010/ Ctra. Pasarón de la Vera - Piornal, cascada en margen derecho a 6 km. De Piornal, , 24 -3 -2007, Recol. M. Fernández & D. García HSS 30461, 30462, 30471/ Deleitosa, Collado de los Pableras, 30STJ7294, Encinarjal sobre laderas, 18 -3 -2007, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 29887, 29889, 29911/ Descargamaría, Fuente de la Malena, 29TQE16, Pastizal y proximidades de ribera, 2-4-2008, Recol.D. García, M. Guerra & M. Gutiérrez, HSS 37646, 37647, 37648/ Garganta la Olla, subida al Puerto del Piornal. Proximidades de Garganta la Mayor, 30TTK64, Cultivado desde el 19/02/2009, 13-4 -2009, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS / 40865 Garganta la Serrá, 30TTK66, 1600- 2000 m.s.m., Prados de siega, 29 -5 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 34335, 34336, 34340B, 34342, 34343/ Garganta la Serrá, subida hacia Pico junto a Portilla de Jaranda, 30TTK66, 2000- 2201 m.s.m., 29 -5 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 34492, 34495,34497, 34498, 34499, 34500, 34504, 34505, 34506, 34507, 34508, 34509/ Guadalupe, proximidades del Humilladero (2ª parada), , 1000 m.s.m., Roquedos y margen de camino. Suelos pizarrosos, 30 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44453, 44454,44455, 44456, 44457/ Guadalupe, proximidades del Pico Villuercas, 30STJ97, 1600- 1650 m.s.m., 6 -4 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 37844, 37845,37846, 37847, 37848, 37849, 37850, 37851/ Guadalupe, subida al Pico Villuercas, 30STJ97, 1600- 1650 m.s.m., 6-4-2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 37853, 37854, 37855/ Guadalupe,proximidades de Granja de Mirabel, 30STJ96, Roquedos y pizarras, 10 -3 -2018, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínezcol.pers. MGE 74/ Hoyos - San Martín de Trevejo, 29TPE95, En zonas graníticas, en cunetas, 5 -4 -2003, Recol.S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 11811, HSS 11812, HSS 11813/ Huertas de Cansa, Ruta de las Lanchuelas, 29SPD45, Berrocales graníticos, 5 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez,HSS 36345 / La Garganta, Alto de la Muela, 30TTK66, 1370- 1500 m.s.m., Prados de siega y abedular, 18 -4 -2007, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 31063,31064, 31065, 31066/ La Garganta, camino hacia el Alto de la Muela, 30TTK66, 1404 m.s.m., Matorral de *Genista cinerascens* Lange y *Sorbus aucuparia* L., 22 -3 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 30224, 30225/ La Garganta, camino hacia el Alto de la Muela, 30TTK66, 1404 m.s.m., Matorral de *Genista cinerascens* Lange y *Sorbus aucuparia* L., 22 -3 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez,HSS 30225 La Garganta, cercanías del Alto de la Muela, 30TTK66, 1370- 1400 m.s.m., Granitos ultrabásicos, 18 -4 -2007, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 31086, 31088, 31089, 31090/ La Garganta, ctra. hacia Candelario, margen derecho. Proximidades del cruce Candelario - Hervás, 30TTK66, Granitos ultrabásicos, 18 -4 -2007, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázque, HSS 31200, 31201, 31202/ La Garganta, La Muela, 30TTK66, 1370- 1500 m.s.m., Prados de siega y alisedas, 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 41163, 41164, 41165/ La Garganta, salida al Pozo de la Nieve, 30TTK66, Zona de escobonales (piornos) y pinos dispersos, 11 -4 -2006, Recol.S. Ramos, S. Rincón & F. M. Vázquez, HSS 19576,19576/ La Garganta, Valle de Balozano, 30TTK66, 1200- 1300 m.s.m., Suelos graníticos, 9 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 41170, 41171, 41172, 41153, 41156, 41157, 41158, 41159/ La Nijara, 2100 m.s.m., Prados y megaforbios, 9 -6 -2009, Recol.F. M. Vázquez, HSS 42788, 42789, 42791, 42792, 42793, 42794, 42795, 42796, 42797, 42798, 42799, 42800, 42801, 42802/ La Nijara, 2100 m.s.m., 9 -6 -2009, Recol. F. M. Vázquez, HSS 42728, 42728, 42729, 42730, 42731, 42732, 42733, 42734, 42735/ La Nijara, 30TTK66, 2100 m.s.m., En grietas de rocas, 9 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42735, 42729, 42788, 42803/ Losar de la Vera, subida a Sierra de Tormantos, , 1370 m.s.m., 24 -4 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 38135,38136, 38137, 38138, 38139, 38140/ Losar de la Vera, subida a Sierra de Tormantos, 1400- 1500 m.s.m., 24 -4 -2008, Recol.D.

García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 38181, 38182, 38185, 38186, 38187, 38188, 38189, 38190, 38191, 38192/ Losar de la Vera. Subida a Peña Negra, 30TTK75, 2300 m.s.m., Roquedos, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS, 43028/ Losara de la Vera. Subida a Peña Negra, 30TTK75, 2300 m.s.m., Roquedos, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS, 43026/ Losara de la Vera. Subida a Peña Negra, 30TTK75, 2300 m.s.m., Roquedos, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS, 43027/ Pico La Covacha, 30TTK75, 2385 m.s.m., Roquedos y megaforbios, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 43014, 43015, 43016, 43017, 43018, 43019, 43020, 43023/ Piornal, proximidades (subida al puerto), 30TTK54, En rebollares en forma tallares, 3 -4 -2006, Recol.J. Blanco, S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 18666/ Puerto de Piornal, 30TTK54, Brezal, presencia de *Viola langei*, 3 -4 -2006, Recol.J. Blanco, S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 18498/ Puerto de Tornavacas, 30TTK76, 1500- 1600 m.s.m., 6 -5 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 38377, 38380, 38382, 38383/ Puerto Viejo, proximidades, 29TPE85, 1100- 1150 m.s.m., Matorral de *Echinopartum ibericum* y pastizal montano, 23 -4 -2010, Recol.M. Cabeza de Vaca, M.J. Guerra, M. Gutiérrez, M. Martínez & F. M. Vázquez, HSS 46588, 46586, 46587, 46589, 46591, 46592, 46594, 46595, 46596, 46590/ Reserva Natural "Garganta de los Infiernos", 24 -3 -2007, Recol. M. Fernández & D. García, HSS 30473, 30474, 30475, 30476/ San Martín de Trevejo, Puerto de Santa Clara, 29TPE6844, 1100 m.s.m., En zonas de turbosas, 21 -2 -2006, Recol.S. Aguilar, J. Blanco, D. García & F. M. Vázquez, HSS 17677/ San Martín de Trevejo, Puerto de Santa Clara, 29TPE85, Pastizales y turberas, 24 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40741, 40743, 40745, 40746, 40747/ Sierra de Béjar, proximo a Hoya de Moros, 2100- 2200 m.s.m., Megaforbios, 9 -6 -2009, Recol.F. M. Vázquez, HSS 42722, 42723, 42724, 42725, 42726, 42727/ Sierra de Gredos, bajada desde el Calvitero, 2371 m.s.m., 10 -7 -2008, Recol. D. García, M. Gutiérrez, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 40001, 4002, 40003, 40004, 40005 40006/ Sierra de Gredos, Hoya de Moros, 2136 m.s.m., 10 -7 -2008, Recol. D. García, M. Gutiérrez, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 39980, 39981, 39982, 40000/ Sierra de Gredos, Majarreína, 2351 m.s.m., 10 -7 -2009, Recol. D. García, M. Gutiérrez, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 39960, 39961, 39962/ Sierra de Gredos, subida desde el Travieso al Calvitero, 2278 m.s.m., 10 -7 -2009, Recol. D. García, M. Gutiérrez, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 39957 / Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 1400 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42077, 42078/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 1450 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42074, 42075, 42076/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 1500 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42069, 42071, 42072, 42073/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 1640 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42065/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 1650 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42059, 42060, 42061, 42062, 42063, 42064/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 1700 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42049, 42050, 42051, 42052, 42054, 42055, 42056, 42057, 42058, 42080/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 1750 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42090, 42091/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 1800 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42080, 42081, 42082, 42083, 42085, 42088/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 30TTK76, 1550 m.s.m., Sobre suelos profundos turbosos, 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42066/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 30TTK76, 1650 m.s.m., Pastizales con suelos turbosos, sobre rocas graníticas ultrabásicas, 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42063 / Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 30TTK76, 1700 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42051 42053 / Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 30TTK76, 1750 m.s.m., Sobre suelos profundos turbosos, 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42089/ Tornavacas, proximidades del Puerto de Tornavacas, 30TTK76, 1800 m.s.m., 19 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42084, 42087/ Traseras de Portilla de Jaranda, 30TTK75, 2000 m.s.m., 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 43080, 43084, 43085/ Traseras de Portilla de Jaranda, 30TTK75, 2000 m.s.m., 23 -4 -2010, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 43078, 43079/ Traseras de Portilla de Jaranda, 30TTK75, 2000 m.s.m., Pastizales montanos, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 43083/ Traseras de Portilla de Jaranda, 30TTK75, 2000 m.s.m., Pastizales montanos, 22 -6 -2009, Recol.M. Gutiérrez, J.L. López, F. Márquez & F. M. Vázquez, HSS 43086, 43086/ Valencia de Alcántara, Ctra. 521, KM 131, Ruta hacia Peña de Vihuela, proximidades río Alburrel, 29SPD57, Suelos pizarrosos en dientes de perro, 5 -3 -2008, Recol.D. García, M. Gutiérrez & F. Márquez, HSS 36317, 36318, 36319/ Valencia de Alcántara, Ruta río Alburrel, 29SPD57, Suelos pizarrosos en dientes de perro, 4 -3 -2018, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínez, col.pers. MGE 69/ Valverde del Fresno a Navasfrías, camino límite España - Portugal, 29TPE75, 975 m.s.m., Pinar, brezal-jaral, 27 -4 -2007, Recol.D. García & M. Gutiérrez, HSS 32118, 32119, 46329, 46330, 46331, 46332, 46333, 46453, 46455/ Villamiel, 29TPE8259, Roquedos graníticos, 24 -3 -2009, Recol.A. Bejarano, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40748, 40749, 40750, 40751, 40752, 40753, 40754, 40755, 40756, 40758, 40759, 40782, 40783, 40784, 40785, 40786, 40787, 40788, 40789, 40790, 40791/

Villamiel, subida a Trevejo, 29TPE85, Roquedos graníticos, 25 -3 -2017, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínez, col.pers. MGE 49-

CIUDAD REAL:

Puebla de D. Rodrigo, ctra a Arroba de los Montes, 30SUVJ63, 830 m.s.m., Roquedos silíceos en orientación sur, 2 -3 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 36214.

MADRID:

Navacerrada, 30TVL10, Berrocales graníticos, 26-3-2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 40823, 40828, 40829.

SALAMANCA:

Béjar, Sierra de Béjar, 2300 m.s.m., Megaforbios, 9 -6 -2009, Recol.F. M. Vázquez, HSS 42776,42777, 42778, 42779, 42780, 42781, 42782/ El Calvitero, subida a, , 26 -6 -2002, Recol. J. Blanco, E. Doncel, A. B. Lucas, S. Ramos & F. M. Vázquez, HSS 8635 /

Las Batuecas, El Portillo, 30TQE48, 1230 m.s.m., Pinar, 13 -4 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 37970, 37970/ Peña de Francia, La Alberca, Fuente Paterno, 30TQE48, 1200 m.s.m., 13 -4 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 37950, 37951, 37952, 37953, 37954/ Peña de Francia. La Alberca. Fuente Buitrera, 30TQE48, 1650 m.s.m., 13 -4 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 37959, 37960, 37961, 37962, 37963, 37964/ Peña de Francia. Monsagro. Paso de los Lobos, 30TQE38, 1500 m.s.m., 13 -4 -2008, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 37955, 37956, 37957, 37958/ Sierra de Béjar, 2200 m.s.m., 9 -6 -2009, Recol. F. M. Vázquez HSS 42761, 42762/ Sierra de Béjar, pico Calvitero, 30TTK66, 2400 m.s.m., Grietas de roca, acompaña de Anachampsia gredensis, 9 -6 -2009, Recol. F. M. Vázquez, HSS 42757,42758, 42759, 42760/ Sierra de Béjar, proximo a Hoya de Moros, , 2100- 2200 m.s.m., Megaforbios, 9 -6 -2009, Recol.F. M. Vázquez, HSS 34498, 34499, 34500, 34504, 34505, 34506, 34507, 34508, 34509/ Sierra de Béjar, proximo a Hoya de Moros, , 2100- 2200 m.s.m., Megaforbios, 9 -6 -2009, Recol.F. M. Vázquez, HSS 42736

SEGOVIA:

Pradera de Navahorno, Los Asientos, 30TVL45, 1300 m.s.m., Pinar- melojar con Pinus sylvestris y presencia de roquedos graníticos, 26 -3 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. VázquezHSS 40846, 40847, 40848, 40849/

PORTUGAL:

BEIRA BAIXA:

Ctra. hacia Manteigas, nasente rio Mondego, 1425 m.s.m., 7 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. VázquezHSS 42015, 42016, 42018, 42018b, 42020, 42021,42022, 42023, 42024,42025, 42026, 42027/ Lagoa Comprida, proximidades de Lago Viriato, , 1563 m.s.m., pastizal, 7 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 41990, 41994, 41995, 41996, 41997, 41998, 41999, 42000, 42001, 42003, 42004, 42005/ Lagoa Comprida, proximidades, 1500 m.s.m., 7 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42006, 42007, 420087/ Manteigas, de Sao Pedro a Lagoa Comprida, , 1300 m.s.m., 7 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42011, 42013/ Manteigas, de Sao Pedro a Lagoa Comprida, , 1380 m.s.m., Hayedo-tejar, 7 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42030, 42031, 42032, 42033, 42034, 42035, 42036/ Manteigas, Penhas Douradas, 1525 m.s.m., 7 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 42037, 42038, 42039, 42040, 42041,42042, 42043, 42044, 42045, 42046/ Manteigas, proximidades de Lagoa Comprida, 23 -4 -2017, Recol. M. Gutiérrez & A. Martínez col.pers. MGE 57/ Manteigas, proximidades de Lagoa Comprida, , Pastizal montano, 23 -4 -2017, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínezcol.pers. MGE 59/ Sabugüera a Manteigas, orientación norte, 7 -5 -2009, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez HSS 42009 /

Gagea subtrigona J. M. Tison comb. nov. M. Gutiérrez & F. M. Vázquez Tison

ESPAÑA:

ALMERIA: Bares, bajada desde Calar Alto, Ctra. AL-1178, 30SWG31, 1950 m.s.m., Suelos pizarrosos, 10 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 41192.

BADAJOS: Alconera, puerto de Calatrava, 29SQC24, 572 m.s.m., Encinar y olivar abandonado, acompañado de Quercus coccifera, Cistus albidus, Phlomis purpurea, etc., 21 -2 -2007, Recol.J. Blanco, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 28804, HSS 28805, HSS 28806, HSS 28807, HSS 28808, HSS 28810, HSS 28811, HSS 28813, HSS 28814, HSS 28815, HSS 28818/ Alconera, Puerto de Calatrava, 29SQC25, Matorral mediterráneo sobre suelos calizos, 9 -2 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 44046, 44047, 44049, 44052/ Almendralejo, Ctra. hacia Palomas, río Vademel, 29SQC28, Derrubios calcáreos de afloramientos del cámbrico sobre pizarras del mioceno, 16 -3 -2010, Recol.M. Gutiérrez & F. M. VázquezHSS 44199, 44200, 44201, 44202 /Fuente del Maestre a Feria, Ribera del río Guadajira, 29SQC17, Sobre roquedos en falla del

río, 20 -1 -2010, Recol.M. J. Guerra, M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, HSS 43909

CADIZ: Grazalema. Puerto de las Palomas, proximidades, 30SUT97, 1200 m.s.m., Encinares y roquedos sobre suelos calizos, 21 -2 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 40496/

JAEN: Cambil, Ctra. A-324, Sierra Magina, 30SVG57, 1120 m.s.m., 10 -4 -2009, Recol.M. Gutiérrez & R. Valadés, HSS 41205/

VALENCIA: Alacant (Alcoi), Serra de Mariola, Bc. de Bocairent, 30SHY1388, 880 m, 11.3.2001, *L. Serra* 5702, *A. Bort* & *L. Serra Cremades* (sub *Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire) (type, VAL 193871) (see in picture); Bocairent (Vall d'Albaida), pr. Font de Mariola, 30SYH19, 19-3-1987, Leg. *J.R.Nebot* (sub. *Gagea lacitae* Terrac.) (VAL55157-ex VAB870056).

7. DISCUSIÓN

Tras los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de esta tesis doctoral, y como se ha incluido en los artículos anteriores, discutiremos algunos aspectos generales, taxonómicos y metodológicos en relación al estudio del género *Gagea* Salisb. en general, y con concreciones al suroeste peninsular, en particular, como objetivo del trabajo realizado.

Como señalamos, un aspecto crítico para desarrollar inicialmente estudios específicos del género, fue la falta de generaliza de material de herbario completos, ya que de manera general solo se recolectaban y conservaban individuos floríferos. La gran variabilidad de procesos reproductivos del género, a menudo pasaron desapercibido en las recolecciones en campo, perdiendo una información fundamental para el estudio de *Gagea* Salisb.

En su ontogenia, encontramos la mayor evolución, especialización y diversidad de esta monocotiledónea, que por otra parte es bastante homogénea morfológicamente.

Por ello, fue fundamental en primer lugar comprender el desarrollo ontogénico del género, y en segundo lugar, desarrollar prospección y estudios de campo, que permitirían abarcar toda la morfología ontogénica de los taxones implicados. Se realizó una extensa revisión de citas corológicas y se prospectaron áreas conocidas, recolectando nuevos y completos materiales, depositados en su mayor parte en el Herbario HSS (CICYTEX). La importancia de esta fase, fue puesta en evidencia con la redacción de nuevas citas corológicas para el suroeste peninsular incorporando *Gagea cossoniana* Pascher y *Gagea granatelli* Parl. a la diversidad del género en el suroeste peninsular (capítulo 6.1), o *Gagea apulica* J.M. Tison & L.Peruzzi. *ramulosa* Terrac y *Gagea subtrigona* JM. Tison, para el suroeste peninsular (capítulo 6.10), y ampliando la distribución de taxones como *Gagea pratensis* (capítulo 6.2). La necesidad de prospectar y reunir mayor información para el estudio del género también ha sido puesto en evidencia por numerosos autores (Levichev 1999b; Ferrer 2007a), coincidiendo en este punto, como partida de estudio.

Posteriormente se inició una profunda búsqueda de fondos bibliográficos, localizando obras clásicas tradicionales o inéditas, que recogieran las descripciones originales de los taxones citados en la Península Ibérica y en la Región Mediterránea por botánicos clásicos como Persoon (1794), Pallas (1795), Salisbury (1806), Parlatores (1839, 1841, 1845), Boissier (1842, 1846, 1882), Willkom (1862), Pascher (1904), Terraciano (1905a, 1905b), Coutinho (1913) o Maire (1929, 1931, 1935, 1958). La escasez de caracteres diagnósticos tradicionales, unido a la gran plasticidad morfológica del género, como señalamos en la introducción, ha generado un número exponencial de sinónimos hasta 3 veces el número de taxones contrastados hoy en día (Ferrer 2007a, Lopez, 2013), dificultando los trabajos de revision taxonómica. Y a la vez, se profundizó en la búsqueda de materiales tipo en herbarios europeos y a través de publicaciones recientes (Burdet *et al.* , 1982; Cucuini & Luccioli, 1995; Levichev & Tison, 2004a; Tison, 2001, 2004b; Peruzzi & Tison 2004b , 2005, 2006, 2007a, 2007b). Reflejo de este trabajo ha sido la tipificación o revisión de lectotipos señalada el capítulo 6.9, para *Gagea wilczekii* Braun.-Blaq. & Maire o *Gagea dutoitii* Maire & Wilczek, por ejemplo.

Tras estos pasos, se estudió la diversidad morfológica del material presente en el suroeste peninsular, ampliando los datos cariológicos existentes, siguiendo otros estudios previos (Peruzzi, 2008a; Peterson & al., 2004, 2008; Peruzzi & al., 2009), y que sirvieran para explicar la diversidad y procesos evolutivos del género en el suroeste peninsular. De los resultados obtenidos surgieron dos trabajos diversos, en primer lugar, un trabajo recopilatorio (capítulo 6.3) de las ploidías existentes en las distintas unidades infragenéricas

del género, proponiendo una nueva clasificación para los taxones ibéricos del género *Gagea* Salisb. en base a los datos obtenidos, y posteriormente un trabajo novedoso, incorporando datos cariológicos inéditos para el material peninsular (capítulo 6.4), como *Gagea fragifera* (Vill.) Ehr.Bayer & G.López y *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort., o novedades para la ciencia como las anotaciones cariológicas a *Gagea reverchonii* Degen y *Gagea bohémica* subsp. *saxatilis* (Mert. & W.D.J.Koch) Asch. & Graebn.

Esta herramienta es útil para comprender algunos fenómenos genéticos del género, ya que en *Gagea* son comunes los fenómenos de aploidías, poliploidías, o hibridación originados por la abundante reproducción asexual en poblaciones aisladas o fenómenos apomícticos, según coinciden diferentes autores (Levichev, 1999b; Levichev & Tison, 2004; Peruzzi, 2012; Pfeiffer et al 2013; Soltis, 2014; Zonneveld *et al.*, 2015; Peterson et. al, 2011, 2016). Esto hace, que muchos caracteres morfológicos empleados habitualmente, provocan diferencias en núcleos poblacionales, plantas individuales o ecotipos o polimorfismo estacional. Hecho que hemos podido comprobar, cuando además, conviven varias especies en un mismo hábitat, localizando fácilmente malformaciones florales de más de 6 tépalos y filamentos, o filamentos fusionados, o bien, pelosidad variable, de más a menos densidad, generando dudas en su identificación taxonómicas, como se verifica en el capítulo 6. 10 (*G. foliosa* group.)

Por tanto, y debido a la dificultad para identificar determinados taxones, en esta fase del trabajo se incorporaron estudios anatómicos, morfológicos y palinológicos, reflejando su utilidad para la segregación de taxones complejos (Heyn & Dafni, 1970; Zarrei et al, 2011, 2016). Este hecho se ha refleja en la descripción de dos novedades taxonómicas para el género con la descripción de dos especies: *Gagea extremadurensis* M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (capítulo 6.6) y *Gagea pseudofoliosa* M. Gutiérrez & F. M. Vázquez (capítulo 6.7).

Se corrobora el carácter identificador del tamaño y escultura del polén, como han marcado algunos autores para el género *Gagea* (Zarrei & Zarre, 2005a; Pfeiffer et al, 2013; Sezer et al, 2018) o géneros próximos como *Scilla* (Edrtman, 1952; Diez & Pastor, 1985b ; Hallbritter, *et al.* 2008).

También se contrasta la utilidad de estudios anatómicos para el género y especialmente para la secc. *Didymobulbos*, a la que pertenecen la mayoría de los taxones ibéricos, a lo largo de varios trabajos. Hemos corroborado su uso como herramienta diagnóstica eficaz, siempre que se consideren algunos estándares: Primero, basado en el desarrollo ontogénico de la secc. *Didymobulbos*, la hoja basal primaria guarda las características morfológicas intrínsecas y más homogéneas, siendo por tanto, la sección anatómica determinante en la segregación de grupos dudosos o híbridos. Este apunte concuerda con los estudios realizados por Levichev (1999a), Tison *et al.* (2012), y Zarrei (2011). Y como segundo estándar, unificar criterios en las secciones anatómicas, tomando la muestra en la parte más ancha de la hoja basal, generalmente coincidente a la altura de las inflorescencias, y siempre en individuos floríferos en buen estado; estudiando varias poblaciones alejadas del mismo grupo taxonómico, contrastando los resultados obtenidos. El uso de estudios anatómicos como herramienta diagnóstica es también aplicado en otros grupos taxonómicos de monocotiledóneas, como en la familia *Poaceae* (Metcalf, 1960; Devesa *et al.* 1992), o el género *Ornithogalum* L. (Peruzzi *et al.* 2007).

También se han usado herramientas complementarias, como estudio estadísticos para analizar datos biométricos cuantitativos y cualitativos dentro de los taxones del género, ya que su potencialidad, permite acotar la similitud o varianza de los datos,

reduciendo así la influencia en los datos de la variabilidad y plasticidad morfológica de los ejemplares. Ejemplo de esta herramienta podemos encontrar en los capítulos 6.9 y 6.10, ayudando en la toma de decisión de taxones complejos, como los taxones del norte de África, o bien, para corroborar y confirmar determinaciones del material recolectado en el suroeste peninsular. Esta herramienta también ha sido empleada por otros autores en el género, siendo igualmente eficaces con valores cuantitativos y cualitativos, como en los trabajos aquí presentados, teniendo en cuenta caracteres morfológicos, anatómicos y características reproductoras (Peiffer et al, 2013, Stojanović *et al.*, 2019)

Pero donde sin lugar a dudas, los trabajos desarrollados con mayor profundidad, dentro de esta tesis doctoral, fueron los estudios taxonómicos. La compleja relación de especies citadas en la península, las complejas obras de Achille Terracciano en el área mediterránea (1904a, 1904b, 1905a, 1905b, 20195b, 1906), y los problemas anteriormente comentados, han influido notablemente en la complejidad taxonómica del género y del desarrollo de estos trabajos. Así se recoge en varios capítulos, como el capítulo 6.8 para el grupo *G. durieni*, siendo un estudio complementario para poder contrastar la existencia de especies aparentemente próximas como *G. cossoniana* y *G. cossoniana* subsp. *ellíptica*, o el cap. 6.10, tras profundizar en el estudio de todos los taxones del género *Gagea* presentes en el suroeste peninsular, recopilado como sinopsis taxonómica.

Dentro de este trabajo destacaremos el tratamiento de tres grupos, por un lado el complejo *G. foliosa* en la Península Ibérica, con diversas interpretaciones históricas, hasta el tratamiento final para Flora Ibérica realizado por López (2013). Sin embargo, los trabajos realizados en esta tesis doctoral, corroboran la segregación de los taxones incluidos en este complejo, contrariamente a la publicación de López (2013), pudiendo segregar *G. durieni*, *G. foliosa* y *G. cossoniana* subsp. *ellíptica*, y además ampliar la diversidad taxonómica de este grupo para el material peninsular, con la segregación de *G. pseudofoliosa* y *G. extremadurensis*.

El estudio taxonómico también ha permitido recopilar y rescatar descripciones válidas para representantes del género en el área mediterránea, tras el estudio de descripciones originales, estudio de lectotipos y materiales de herbario de los autores de los mismos, como *Gagea dutoitii* Maire & Wilczek enmend. M. Gutiérrez, D. Abel & F. Llera (capítulo 6.9), o *Gagea cossoniana* Pascher (capítulo 6.10).

Dentro del estudio del género *Gagea*, es de vital importancia profundizar en el sistema reproductivo del género, comprendiendo los fenómenos de reproducción a través de bulbillos axilares suprabasales o basales, y la importancia diagnóstica de los morfotipos reproductores. Para su estudio fue necesario desarrollar una prospección más completa de materiales de campo, con estudios in situ de la diversidad real del territorio, que permitiría recoger toda la morfología ontogénica de los taxones implicados. Este modelo de trabajo también es seguido por otros autores, como Schnittler et al (2013). Pero este comportamiento reproductor varía según las especies estudiadas, existiendo mayor reproducción sexual en determinados grupos presentes en el suroeste peninsular, que además no suelen desarrollar bulbillos asexuales axilares suprabasales, como *Gagea cossoniana* subsp. *ellíptica*, y que además ha desarrollado mayor especialización para atraer polinizadores como nectarios activos en los tépalos, como se puso en evidencia en el capítulo 6. 5. Esto es contrario a lo que señalan algunos autores para la sección Didymobulbos, (Peruzzi, 2008a; Peruzzi *et al.* , 2008) que señalaba una reproducción sexual muy reducida o nula especialmente dentro de la sección.

Por otro lado, los bulbillos de origen asexual, tanto en disposición como morfología han sido fundamentales para comprender los patrones reproductivos del género. Dentro de

este estudio, cabe destacar el estudio del grupo *G. granatelli*. El concepto de este grupo ha evolucionado notablemente por obras de autores contemporáneos, desarrollados los últimos años (Peruzzi *et al.* 2008, 2009; Tison *et al.* 2012), incorporando además los mismos criterios de estudio. Los trabajos realizados en el seguimiento y observación del sistema reproductivo y su morfología, permitieron contrastar aquellos grupos taxonómicos que generaban dudas dentro de este grupo, como *Gagea apulica* y *Gagea ramulosa* (capítulo 6.10), y que hasta su descripción, no podían identificarse taxonómicamente, a pesar de haberse segregado dentro de la diversidad del suroeste peninsular.

Sin embargo, los resultados no son concluyentes, tras los trabajos incluidos en esta tesis, se abren nuevas vías de investigación, ya que es necesario ampliar los estudios comparativos de material peninsular para contrastar taxones compartidos con el área mediterránea (Sicilia, Cerdeña, Norte de África) y el suroeste peninsular, como *G. apulica*, *G. cossoniana*, *Gagea dutoitii*, *G. granatelli*, *G. lacaitae*, *Gagea ramulosa*, *G. soleirolii*, taxones compartidos con el área euroasiática como *G. pratensis*, o confirmar la endemidad peninsular de otros taxones como *G. extremadurensis*, *G. lusitanica*, *G. pseudofoliosa* o *G. subtrigona*. Los estudios existentes hasta ahora, a nivel molecular (Tison *et al.*, 2012; Peterson *et al.* 2009, 2011, 2019) siguen siendo parciales, ya que incorporan pocos materiales peninsulares y ningún material del suroeste peninsular, por tanto la filogía del área mediterránea se mantiene incompleta. Por ejemplo, los materiales incorporados en el estudio filogenético existente en la sección *Didymobulbos* (Tison *et al.* 2012) incluye materiales de *G. lusitanica* del este peninsular, pero que lejos del locus típico, puede tratarse de un error identificativo.

Así mismo, los estudios genéticos realizados por Peterson *et al.* (2019) para el análisis evolutivo del género *Gagea* el mediterráneo oriental, destaca un núcleo de especiación en la región irano-tunicia, marcando la región mediterránea como otro centro de alta diversidad. Los resultados obtenidos en la presente tesis, se suman a estos resultados, poniendo de manifiesto la diversidad taxonómica del suroeste peninsular, aumentando el número de taxones presentes en este territorio, pero que además, lo señalan como un punto de diversidad peninsular, ya que, el suroeste peninsular compleja historia paleogeológica (Lobo, *et al.* 2001), de alta diversidad taxonómica y que pudo influir en la colonización evolutiva del sur peninsular y norte de África.

Por último, nos gustaría cerrar este apartado, señalando la necesidad de protección de determinados taxones del género *Gagea* en el territorio peninsular, se trata de taxones relícticos o de poblaciones muy reducidas, que además, serían muy sensibles al cambio climático, como se señaló en el capítulo 6.2, y que encuentran en el suroeste peninsular sus áreas limítrofes de distribución. Tras estudiar la distribución, tamaño poblacional y comportamientos reproductivos de la diversidad de taxones del género *Gagea* en el suroeste peninsular, proponemos la inclusión en catálogos de especies protegidas a *Gagea pratensis*, *Gagea granatelli*, *Gagea lacaitae*, *Gagea apulica* y *Gagea ramulosa*.

De hecho, algunas de estas especies ya están catalogadas dentro de UICN (2020), como *Gagea apulica* catalogada como Vulnerable y *Gagea pratensis* en catálogos de protección autonómicos en el norte peninsular.

8. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. El género *Gagea* Salisb. cuenta con una elevada diversidad en el suroeste de la Península Ibérica, proponiéndose como núcleo de especiación en el área mediterránea.
2. Los estudios taxonómicos que históricamente han sido inciertos y complejos pueden complementarse con nuevas metodologías, desarrollando un protocolo de trabajo fiable. Esto ha supuesto la ampliación del conocimiento sobre el género *Gagea* Salisb.
3. Se incorporan nuevas anotaciones corológicas para el Suroeste de la Península Ibérica, y especialmente para Extremadura, dónde se anotan 12 especies, mientras que los datos bibliográficos previos recogen de 3 a 5 especies en el territorio regional.
4. Se describen 3 nuevos taxones, se realiza la revisión de taxones ibéricos tradicionales, ampliando además el número subespecies para el territorio peninsular, y 5 anotaciones corológicas novedosas para el suroeste peninsular
5. Se asignan 3 nuevos lectotipos dentro de los estudios de herbarios.
6. Se incorporan nuevos datos cariológicos para taxones ibéricos que nos permiten contrastar con otros trabajos del área mediterránea, mientras que el conocimiento de datos cariológicos para la Península Ibérica era limitado, ampliando el conocimiento de datos cariológicos en 8 taxones ibéricos.
7. Entre las novedades incorporadas con este trabajo están los estudios anatómicos de hojas basales de los taxones del suroeste peninsular, de alto valor taxonómico para el estudio de los materiales.
8. Se abren vías de investigación novedosas, a partir de estos trabajos. Se plantea ampliar el área de estudio, contrastando los taxones del suroeste peninsular con todo el área mediterránea, incluyendo estudios moleculares, a fin de contrastar la diversidad existente.

9. REFERENCIAS

REFERENCIAS

A

- Accetto M. (1973). Prispevek k poznavanju razsirjenosti vrste *Gagea spathacea* v Sloveniji. (A contribution to the knowledge of the spread of the species *Gagea spathacea* in Slovenia). *Biol. Vestn.* 21. (2): 111-115 (1973)
- Accetto M. (1986). *Gagea spathacea* v Sloveniji. (*Gagea spathacea* in Slovenia.) *Biol. Vestn.* 34. (1): 125-126 (1986) - map.
- Aedo, C. Herrá, C. Laínz, M. Oriente, E. & Patallo, J. (1984). Contribuciones al conocimiento de la flora montañesa III. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 41(1): 125-141.
- Aedo, C. Herra, C. Lainz, M. & Moreno Moral, G. (1990). Contribuciones al conocimiento de la flora montañesa, VII. *Anales Jard. Bot. Madrid* 47(1): 145-166.
- Aedo, C. Aldasoro, J. J. Argüelles J. M. , Díaz Alonso J. L. Díez Riola A. Gonzáles Del Valle J. M. Laínz E. M. Moreno Moral, G, Patallo, J. & Sánchez Pedraja, O. (1997). Contribuciones al conocimiento de la flora cantábrica, III. *Anales Jard. Bot. Madrid* 55 (2): 321-350.
- Aedo, C. Aldasoro, J. J. Argüelles J. M. Carlón L. Díez Riola A. Gómez G. Gonzáles Del Valle J. M. Laínz E. M. Moreno Moral, G, Patallo, J. & Sánchez Pedraja, O. (2001). Contribuciones al conocimiento de la flora cantábrica, V. *Bol. Cien. Nat. R.I.D.E.A.* 47: 7-52.
- Akyol, Y. Kocabas, O. Yetisen, K. Bozdog, B. & Ozdemir, C. (2015). Morphological and anatomical investigations of some *Gagea* Salisb. species (Liliaceae) in Turkey. *Journal of Biological Research and Development* (JBRD), 5 (1): 1-10.
- Alcalde Molero, C. (2005). Mapa Geológico de Extremadura en Muñoz, P. & Martínez, E. (Coord. de la edición), *Patrimonio Geológico de Extremadura: Geodiversidad y Lugares de Interés Geológico*, 2.2:71-96, Edita Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.
- Alcaraz Ariza, F. Sánchez-Gómez, P. Robledo Miras, A. Ríos Ruiz, S. (1989). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 2061-2097. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 45(2): 541.
- Alejandre, J. A. J. M^a. García López & G. Mateo Sanz, Eds. (2006). *Atlas de la flora vascular silvestre de Burgos*. 924 pp. Editan: Junta de Castilla y León y Caja Rural de Burgos. [<http://www.floramontiberica.org> (15/01/2008)]
- Ali S.I. (2006). Two new species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 38(1): 43-46.
- Almaraz, T. (1999). Fragmenta Chorologica Occidentalia, Fungi, 6918-6935. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 57(1):141-143.
- Álvarez Fernández, I. Herrero-Nieto, A. & Pajarón, S. (1995). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 5527-5542. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 53(1):116.
- Amat R (1993). *Gagea foliosa* Roem. et Sch. dans les Alpes-de-Haute-Provence. *Monde Pl.* 88(447): 11-12
- Amich, F. Devesa, J. A. & Bernardos, S. (2004). Taxonomic revision of the genus *Succisella* (Dipsacaceae) in the Iberian Peninsula. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 144: 351-364
- Andersen IL. (1979) (New records of *Gagea lutea* L. in Troms County, north Norway.) *Polarflokken* 3. 9-10 (1979).
- Anon. (1982). Found: an ice age lily. *Amat. Gard.* 97. (5051): 3 (1982)- illus.
- Anon. (2001). Wild flowers of Kashmir: series 4, part 11. *Sino-Himalayan Pl. Ass. Newsl.*: 23. 21-22
- ANTHOS. (2008). (Sistema de información sobre las plantas de España) Real Jardín Botánico, CSIC. <http://62.81.222.150/Anthos/inicio.asp> (Consulta 10/02/2008).
- ANTHOS. (2009). Sistema de información sobre las plantas de España) Real Jardín Botánico, CSIC <http://www.anthos.es> (Consulta 26-07-2009)
- Anzalone B. (1993). Il genere *Gagea* Salisb. nel Lazio (con cenni ad Abruzzo e Puglia). *Ann. Bot. (Italy)* 49. (Suppl.8): 89-100 (1991 publ. 1993) -
- Aparicio, J. M. (2003). Aportaciones a la flora de la provincia de Castellón, I. *Toll Negre*, 1: 23-43
- Aparicio, J. M. & Mercé, J. M. (2004). Aportaciones a la flora de la provincia de Castellón, V. *Toll Negre*, 4: 23-43
- APG. (2009). Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105–121. doi: 10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x
- Arber, A. (1918). The Phyllode Theory of the Monocotyledonous Leaf, with Special Reference to Anatomical Evidence. *Annals of Botany* 32:128.
- Arber, A. & Langguth, A. (2005). *Biodiversidad y Taxonomía. Presente y futuro de Uruguay*. Resultados del Taller realizado en la Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Ed. Unesco. ISBN 92-9089-080-0. unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150225s.pdf
- Arènes, J. (1952). A propos d'un *Gagea* critique de Caussols (Alpes-Maritimes). [Paris] 1952.

- Aronhka, T. (1982). Chromosome counts of vascular plants of the island Seili in Nauvo, southwestern Finland. Turun Yliopiston Julkaisuja : Sarja A II, *Biologia-Geographica*, 3: 1-12.
- Askerova RK. (1997). Novyi vid roda Gagea (Liliaceae) iz Azerbaidzhana. (A new species of the genus Gagea (Liliaceae) from Azerbaijan.). *Bot. Zhurn.* 82. (11): 84-85.
- Avetissian, E. M. (1950). Método simplificado de preparación de polen por acetólisis. *Bot. Zurn.* 35-38.
- Aymerich, P. (2005). Estudi de les poblacions de *Gagea reverchonii*, *Gagea lutea*, i *Potentilla pensylvanica* del Parc Natural del Cadí-Moixeró. *Parcs de Catalunya* .pp 35.

B

- Baan MSM. (1971). *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. in *Schoorl. Gorteria* 5. (11): 264-265 (1971)
- Baker, H. G. (1955). Aperture Membranes in Studies of Pollen Morphology and Taxonomy. *New Phytologist*, 54 (3 Sep): 250-352
- Balodi B, Uniyal BP. (1990) A new variety of *Gagea pamirica* Grossh. from Himachal Pradesh. *Bull. Bot. Surv. India* 30. (1-4): 178 (1988 publ. 1990) - illus.
- Banco de datos de biodiversidad de Cataluña, (2007). <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html> (Consulta 20/11/2007).
- Bañares, A. Blanca, G. Güemes, J. Moreno, J. C. & Ortiz, S. (Eds.). (2004). Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascul Amenazada de España. Dirección General para la Biodiversidad. Publicaciones O.A.P.N. Madrid.
- Bañares, A. Blanca, G. Güemes, J. Moreno, J. C. & Ortiz, S. (2003). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascul Amenazada de España*. Dirección General para la Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- Barbero, M & Loisel, R. (1972). Contribution à l'étude des pelouses à Brome méditerranéennes et méditerranéo-montagnardes. *Anales Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 28: 91-166
- Barrena, I. (1986). Contribucion al estudio de la flora y la vegetación de la Sierra de Albarracón. *Monografías de Botánica Ibérica*, nº 1.
- Bartolucci F. & Peruzzi L. (2008). Distribuzione del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) nell'Appennino centro-settentrionale. *Biogeographia*: in press.
- Bateman, R. M. Hollingsworth, P. Preston, J. Yi-Bo, L. Pridgeon, A. M. & Chase, A. W. (2003). Molecular phylogenetics and evolution of Orchidinae and selected Habenariinae (Orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 142.
- Battandier, Jules-Aimé & Trabut, Louis-Charles. (1884). *Fl. Algérie Monocot.*: 166-167.
- Battandier, Jules-Aimé & Trabut, Louis-Charles. (1895). *Fl. Algérie Monocot.*: 7, (1895) Flore d'Alger et catalogue des plantes d'Algérie
- Bayer, E. & López González, G. (1988a). Sobre la presencia de *Gagea wilczekii* Br.-Bl. & Maire — un supuesto endemismo del Atlas — en la Península Ibérica. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 45 (1): 181-187.
- Bayer, E & López González, G. (1988b). El género *Gagea* Salisb. en la flora española ochenta y dos años después de la monografía de Terraciano. *Homenaje a Pedro Montserrat, Monogr. Inst. Piren. Ecol. Jaca* 4: 121-126.
- Bayer, E. & López González G. (1989). Nomenclatural Notes on Some Names in *Gagea* Salisb. [Liliaceae]. *Taxon*, 38(4): 643-645.
- Bayer, E. & López, G. (1991). The plants called “*Gagea nevadensis*” in the Iberian Peninsula. *Bot. Chron. Patras*. 10: 845-852.
- Bayer, E. & López G. (1997). Die Gattung *Gagea* Salisb. Auf der Iberischen Halbinsel und den Balearen, in : 100 Jahre Herbrrium Haussknecht-JE. Symp. Bot. Syst. Und Pflanzengeographie. Haussknechtia Beiheft 7. Jena.
- BDBC. (2007). Banco de datos de biodiversidad de Cataluña. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html> (Consulta 09/09/2007)
- Beisenova, S. Peterson, A. Peterson, J. Bersimbaev, R.I. Klahr, A. & Schnittler, M. (2015). On the limits of drought—Life history of *Gagea bulbifera* (Liliaceae). *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 210: 72-79.
- Benito Alonso, J.L. (2005). Tesis Doctoral: Flora y vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe, Pirineo central aragonés) Bases científicas para su gestión sostenible, pp. 225.
- Benito Alonso, J.L. (2006). Catálogo florístico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe, Pirineo central aragonés). *Colección Pius Font i Quer*, 4:391 pp.
- Bennett, M. D. & Leitch, I. J. (2005). Nuclear DNA Amounts in Angiosperms: Progress, Problems and Prospects. *Annals of Botany* 95: 45–90.
- Bernadello, G. (2007). A systematic survey of floral nectaries. In: S.W. Nicolson, M. Nepi & E. Pacini (Eds.). *Nectaries and Nectar*, 19–128. Springer.

- Bernardos, S. Amich, F. & Gallego F. (2003). Karyological and taxonomic notes on Ophrys (Orchidoideae, Orchidaceae) from the Iberian Peninsula. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 142: 395-406.
- Bernardos, S. Crespi, A. Del Rey, F. & Amich, F. (2005). The section Pseudophrys (Ophrys, Orchidaceae) in the Iberian Peninsula: a morphometric and molecular analysis. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 148: 359-375
- Bernardos, S. García M. León-Arencibia, M.C. Reyes-Betancot, A. González-González, R. & Amich, F. (2006a) cytotoxic study of three endemic orchids of the Canary Islands. *Ann. Bot. Fenici*, 43: 161-166
- Bernardos, S. Tyteca, D. Revuelta, D. & Amich, F. (2004a) New endemic species of Epipactis (Orchidaceae) from north-east Portugal. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 45: 239-249.
- Bianchi, R. (1946). Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse von *Gagea fistulosa* (Ram.) und *Lloydia serotina* (Rchb.). *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 56: 523.
- Biologiezentrum Linz. (2008) (accessed through GBIF data portal, http://data.gbif.org/datasets/resource/1104_24/09/2008)
- Bizot A, Lion JP, Yungmann B. (1992) *Gagea spathacea* enfin retrouvée dans le département des Ardennes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Ardennes*, 82: 27-28.
- Blanca-López, G. (1980). Notas cariosistémicas en el género *Centaurea* L. sect. *Acrocentroides* Willk. I. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 36: 349-369.
- Blanca, G. & C. Morales (1991). Flora del Parque Natural de la Sierra de Baza. Ediciones de la Universidad de Granada.
- Blanca G. Cabezudo B. Cueto M. Salazar C. & Morales Torres C. (2011, eds.). Flora Vasculare de Andalucía Oriental. 2ª Edición corregida y aumentada. 1751 pp
- Blanco Salas, J. (2005). Contribución al Conocimiento de los Recursos Fitogenéticos de Extremadura: El caso de los Tomillos. Tesis Doctoral. Universidad De Extremadura
- Blüthgen, N. & Reifernath, K. (2003). Extrafloral nectaries in an Australian rainforest: structure and distribution. *Australian Journal of Botany* 51: 515-527.
- Bohdanowicz J, Lewandowska B. (1999). Participation of endoplasmic reticulum in the unequal distribution of plastids during generative cell formation in *Gagea lutea* (L.) Kew.-Gaw. (Liliaceae). *Acta biol. cracov.* 177-183.
- Bohdanowicz, J. Szczuka, E. Swierczynj Ska, Sobieska, J, & Koscińska-Pajak, A. (2005). Distribution Of Microtubules During Regular And Disturbed Microsporogenesis And Pollen Grain Development In *Gagea lutea* (L.) Ker. Gaw. *Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanicae* 47/2: 89-96.
- Boissier, E. (1842). *Gagea polymorpha*. Voyage botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année (1837), 2: 611
- Boissier, E. (1846). *Diagnosis plantarum novarum praesertim orientaliu nonnullis Europaeis boreli-africanisque additis*. Geneve
- Boissier, P.E. (1882). *Flora orientalis*, 1:203-211.
- Bolós, O & Vigo, J. (2001). *Gagea Salisb*. In: O. Bolos & J. Vigo, *Flora dels Països Catalans*, IV: 72-78. Editorial Barcino. Barcelona.
- Bolos. O. De & Vigo. J. (2003). *Reseña Bibliográfica Flora Des Països Catalans*, Vol. IV, 750 Págs. Editorial Barcino. Barcelona. (2001). ISBN 84-7226-591-9 (Obra Completa).
- Bonnier, G. & De Layens, G. (1977). *Flore complète portative de la France de la Suisse et de la Belgique*., 9ª ed. éditions Librairie générale de l'enseignement, p. 170
- Botánica, Universidad de León: LEB-Cormo (accessed through GBIF data portal, http://data.gbif.org/datasets/resource/260_24/09/2008).
- Botanischer Garten Rostock (accessed through GBIF data portal, http://data.GBIF.org/datasets/resource/1369_24/09/2008).
- Botany (UPS) (accessed through GBIF data portal, http://data.gbif.org/datasets/resource/1045_24/09/2008).
- Bouget, Joseph. (1867-1953). Observations faites au Jardin botanique de l'Observatoire du Pic-du-Midi: variations morphologiques de *Gagea liottardi* suivant l'altitude des stations.
- Boughard, J. (1952). A propos d'un *Gagea* critique de Caussols (Alpes-Maritimes).
- Bradshaw, A. D. (1965). Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Adv. Genet.* 13: 115-155.
- Bradley, D. E. (1957). The study of pollen grain surfaces in the Electron Microscope. *The New Phytologist*, 57, 2: 226-229.
- Braun-Blanquet, J. & Maire, R. (1924). Contributions à l'étude de la Flore marocaine. Fasc. 4. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique* 16: 22-41.
- Braun-Blanquet, J. & Maire, R. (1925). Contributions à l'étude de la Flore marocaine. Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord.* 6 (4): 22-41.

- Brewbaker, J. L. (1967). (Oct.1967). The Distribution and Phylogenetic Significance of Binucleate and Trinucleate_Pollen Grains in the Angiosperms. *American Journal of Botany*, 54(9):1069-108.
- Briggs, D. & Walters, S.M. (1984). Plant variation and evolution. 2ª ed. Ed. Cambridge University Press. Pp: 412.
- Brunet, J. & Oheimb, G. (1998). Migration of vascular plants to secondary woodlands in southern Sweden. *Journal of Ecology* 86:429-438.
- Bundesamt fuer Naturschutz / Netzwerk Phytodiversitaet Deutschland (accessed through GBIF data portal, <http://data.GBIF.org/datasets/resource/109824/09/2008>)
- Burdet, H. M, Charpin, A. & Jacquemoud, F. (1982). Types nomenclaturaux des taxa ibériques décrits par Boissier ou Reuter, II. Iridacées à Potamogetonacées. *Candollea* 37: 381-395.
- Buzek, J. Eber, I. Ruffini-Castiglione, M. Siroky, J. Vyskot, B. & Greilhuber, J. (1998). Structure and DNA methylation pattern of partially heterochromatinised endosperm nuclei in *Gagea lutea* (Liliaceae). *Planta* 204: 506-514.

C

- Caballero, A. (1947). Dos excursiones botánicas a los alrededores de la Alberca (Salamanca, Cáceres). *Anales Jard. Bot. Madrid* 07 (1):645-653.
- Caballero, A. Ilustraciones de la flora endémica española. *Anales. Jard. Bot. Madrid*, 459 - 491
- Cabezas Fernández, J. (2005). Aplicaciones SIG en la gestión medioambiental. Master Desarrollo Local sostenible: Agenda 21 local. (IV:2). Universidad de Extremadura
- Cabezudo Artero, B. Pérez Latorre A V. Navas Fernández P, Gil Jiménez, Y. & Navas Fernández, D. (1998). Parque Natural De La Sierra De Las Nieves “cartografía y Evaluación De La Flora y Vegetación” Memoria.
- Calonge, F. D. (1973). Estudios sobre hongos. IV. Aportación al catálogo de las provincias de Madrid y Segovia. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 30: 19-32.
- Cama. (2005). Mapa de los L.I.C. en Extremadura – Lugares de Importancia Comunitaria. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Junta de Extremadura.
- Camacho, J. P. M. (2007). Capítulo 3: Interés del estudio de la evolución. In Dopazo, H. (2007-) Teoría Evolutiva. Sociedad Española de Biología Evolutiva
- Camaño Portela, J.L. Silva-Pando, F.J, Pino Pérez, J.J. & Pino Pérez, R. (2008). Asientos corológicos LOU. (2005). *Boletín BIGA*, 4: 44317
- Candau, P. & Devesa, J. A. (1983). Contribución al conocimiento del polen y de las semillas del género *Spergularia* en Andalucía occidental. *Lazarra*, 5: 187-200.
- Candau, P. (1978). Palinología de Caryophyllaceae del Sur de España. 1. Subfamilia Paronychioideae — *Lagascalia*, 7:143-157.
- Cano, E. & F. Valle. (1996). Catálogo florístico de Sierra Quintana: Sierra Morena (Andújar-Jaén). *Monogr. Jard. Bot. Córdoba* 4: 5-73.
- Caparelli, K. F. Peruzzi L. & Cesca, G. (2006). (July 2006). A comparative analysis of embryo-sac development in three closely-related *Gagea* species (Liliaceae), with some considerations on their reproductive strategies. *Plant Biosystems* 140 (2) :115-122.
- Carazo Román, C. y Jiménez, J. M. (1989). Estudios taxonómicos en el Gen. *Cistus* L. Sect. *Ladanium* (Spach) Willk. (Cistaceae) en la provincia de Madrid. *Bot. Complutensis*, 14: 109-122
- Carrasco, M. A. (1981). Notas florísticas del Valle del Jerte (Cáceres). *Trab. Dej., Botánica y F. Veg.* 11:33-47.
- Cassanello, M. E. (2011). Enfermedades de las liliáceas. Departamento de Protección Vegetal-Fitopatología. Estación experimental Salto. <http://www.rau.edu.uy/agro/rnorte/> (Consultado 07 de marzo de 2011).
- Castroviejo, S. (Coord. gnal.). 1986-2012. Flora iberica 1-8, 10-15, 17-18, 21. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Cave, M. S. (1948). Sporogenesis and Embryo Sac Development of *Hesperocallis* and *Leucocrinum* in Relation to Their Systematic Position. *American Journal of Botany*, 35(6): 343-349
- Cebolla-Lozano C. & M. A. Rivas-Ponce (1994). Atlas florae matritensis (Amaryllidaceae, Iridaceae, Liliaceae, Orchidaceae). *Fontqueria* 41: 1-206.
- Celka Z. (1995). Rozmieszczenie gatunkow z rodzaju *Gagea* Salisb. w Wielkopolsce. (Distribution of the genus *Gagea* Salisb. in the Wielkopolska region.). *Badan. Fizjogr. Pol. Zachod.* B 44. 109-132
- Chaia H. & Dafni, A. (1971). Studies in the genus *Gagea* (Liliaceae) I. The Platyspermous species in Israel and neighbourin areas. *Israel Journal of Botany*, 20: 214-233.
- Chabert, M.A. (1889) Deuxième Note Sur La Flore D'Algérie, *Bulletin de la Société Botanique de France*, 36:6, 316-322.
- Chamberlain, C. J. (1913) (Jun.). Fertilization in *Gagea*. *Botanical Gazette*, 55 (6):472.

- Chase, MW, DW Stevenson, P Wilkin, & PJ Rudall. (1995b). Monocot systematics: a combined analysis. in: PJ Rudall, PJ Cribb, DF Cutler & CJ Humphries (eds.). Monocotyledons: systematics and evolution. Royal Botanic Garden, Kew. pp 685-730
- Chase, MW, MR Duval, HG Hills, JG Conran, AV Cox, LE Eguiarte, J Hartwell, MF Fay, LR Caddick, KM Cameron, & S Hoot. (1995a). *Molecular phylogenetics of Liliaceae*. in: PJ Rudall, PJ Cribb, DF Cutler & CJ Humphries (eds.). Monocotyledons: systematics and evolution. Royal Botanic Garden, Kew. pp 109-137 http://www.sesbe.org/sites/sesbe.org/files/recursos-sesbe/Interes_estudio_Evol.pdf
- Clusius, C. (1601). *Rariorum plantarum historia Amberges*, pag. 186-189.
- Contandriopoulos, J. (1962). Recherches sur la flore endémique de la Corse et sur ses origines. *Ann. Fac. Sci. Marseille*, 32: 1-354.
- Corsi, G.; Garbari, F. & Ghelardi, A. (1996). Mediterranean chromosome number reports 6 (684--691). *Flora Mediterranea*, 6: 249-262.
- Coste, L.H. (1937). Flore Descriptive et Illustrée de la France (Flora descriptiva e illustrada de Francia).
- Coutinho, P. (1913). Flora de Portugal (Plantas Vasculares) II:132-133
- Crockart IB. (1977). A note on the yellow star of Bethlehem. *Forth Nat. Hist.*, 2. 69 - 70 (1977).
- Crocker, W. (1916). Mechanis of Dormancy in Sedds. *American Journal of Botany*, 3(2): 99-120
- Cronquist A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, 1262 pp. ISBN 0-231-038801
- Cuatrecasas. (1929). in Treb. Mus. Ci. Nat. Barcelona, *Sèr. Bot.* 12: 246.
- Cuccuini P. & Luccioli E. (1995). Tipificazione di *Ornithogalum spathaceum* Hayne (Liliaceae) e presenza di *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. nella flora italiana. *Webbia*, 49(2): 253-264.
- Cuenod, A. (1954). Flore de Tunisie.
- Cueto, M. Blanca, G. & González Rebollar J. L. (1981). Análisis florístico de las sierras de María y Orce (provincias de Almería y Granada, España). *Anales Jard. Bot. Madrid*, 48(2): 201-211.
- Cueto, M. J. L. González Rebollar & G. Blanca (1991). Fragmenta chorologica occidentalia, 3575-3613. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 49 (1): 121-123.

D

- Dafni, A.; Cohen D; Noy-Mier, I. (1981). Life-cycle variation in geophytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, , 68(4): 652-660
- D'Emerico, S. Pignone, D. Bartolo, G. Pulvirenti, S. Terrasi, C. Stuto, S. & Scrugli, A. (2005). Karyomorphology, heterochromatin patterns and evolution in the genus *Ophrys* (Orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 148: 97-99
- Darlington, C.D. & Wylie, A. P. (1955). Chromosome atlas of Flowering Plants. George Allen & Unwin Ltd. London.
- Dasgupta S, Deb DB. (1983). A new species of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae). *Candollea* 38. (2): 477-479 (1983)- illus.
- Dasgupta S, Deb DB. (1986). A new species of *Gagea* (Liliaceae) from Pakistan. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* 83. (1): 164-165 (1986) - illus.
- Dasgupta S, Deb DB. (1986). Taxonomic revision of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in India and adjoining regions. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* 83. (1): 78-97 (1986) - illus. map, chrom. nos. keys.
- Davilianidze M.T. & Bokeria M. (2005). Contribution to the cytotaxonomy of the Georgian flora. XVII International Botanical Congress, Wien
- Davlianidze M.T. & Levichev IG. (1987). Chisla khromosom vidov roda *Gagea* (Liliaceae) iz Srednei Azii. (Chromosome numbers in species of the genus *Gagea* (Liliaceae) from Central Asia.) *Bot. Zhurn.* 9: 1271-2272.
- Davlianidze M.T. (1973). Konspekt Kavkazskikh predstavitelei roda *Gagea* Salisb.: 2. (Generis *Gagea* Salisb. conspectus specierum Caucasicarum: 2). *Zam. Sist. Geogr. Rast. (Tbilisi)* 30: 62-66 (1973)
- Davlianidze M.T. (1976). A review of the systematics and the taxonomy of the Caucasian representatives of the genus *Gagea* Salisb. In: Davlianidze, M. T. Caucasian representatives of the genus *Gagea* Salisb. Tbilisi, *Metsniereba*. Pp: 80 - 147
- Davlianidze M.T. (1976). Kavkazskie predstaviteli roda *Gagea* Salisb. (Caucasian representatives of the genus *Gagea* Salisb.). *Tbilisi: Metsniereba* 170p.
- Davlianidze M.T. (1972). Dannye k tsitotaksonomicheskomu issledovaniyu vidov *Gagea* ioannis Grossh. i *G. glacialis* C. Koch. (Addenda ad cognitionem *Gagea* ioannis Grossh. et *G. glacialis* C. Koch (cytotaxonomia). *Zam. Sist. Geogr. Rast. (Tbilisi)* 29. 76-84 (1972)
- Davlianidze, M.T. & Levichev, I.G. (1987). Chromosome numbers in species of the genus *Gagea* (Liliaceae) from central Asia. *Botaničeskij Žurnal* (Moscow & Leningrad), 72: 1271-1272.
- Davlianidze, M.T. (1972). Conspectus of the Caucasian representatives of genus *Gagea* Salisb I. (Konspekt kavkazskikh vidov roda *Gagea* Salisb.: 1.) *Not., Syst. Geogr. Inst Bot. Tbilissiensis*, 29: 69-75.

- Davlianidze, M.T. (1972). Conspectus of the Caucasian representatives of genus *Gagea* Salisb II. *Not., Syst. Geogr. Inst Bot. Tbilissiensis*, 30: 62-66.
- Davlianidze, M.T. (1976). A review of the systematics and the taxonomy of the Caucasian representatives of the genus *Gagea* Salisb. *Systematic Botanic* Vol 7 (1): 144-163
- Davlianidze, M.T. (1992). *Some aspects of differentiation of Gagea Salisb*. Abstracts. Apennine summit vegetation. International Symposium, Castel-Novo, Pavia, Italy. (1992), 7 – 7.
- Davlianidze, M.T. (1999). *Differentiation and evolution in the genera Gagea and Lloydia*. Abstracts XVI International Botanical Congress, St.Louis. Missouri, USA.
- De Bòlos, O. & Vigo, J. (2001). Flora dels Països Catalans. Monocotiledonies. Vol IV: 74-75.
- De Calve, Sumtibus. (1822). *Deliciae Pragenses, Historian Naturale Espectantes*. Pag 149.
- De la Hoz Rodríguez, F. M.; Oliet Palá, J.A. Abellanas Oar, B.; Cuadros Tavira, S.; Fernández Rebollo, P.; Zamora Díaz, R. (2004). Manual de la Ordenación de Montes en Andalucía. Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía. Sevilla. 356 pp.
- De la Torre, A. Vicedo, M. & Alonso, M. A. (1999). Aportaciones a la Flora Alicantina (SE de España) III. *Anales de Biología*, 22: 87-102
- Decreto 172/2008, de 26 de agosto, Catálogo de flora amenazada de Cataluña. DOGC núm. 5204: pág. 65881 (28/08/2008).
- Decreto Foral de Navarra 94/1997 del 7 de abril, Catálogo de la Flora Amenazada de Navarra.
- Delaigue J. (1991) *Gagea saxatilis* (Mert. et Koch) Schultes et Schultes (Liliaceae), nouvelles stations ardechoises. (*Gagea saxatilis* (Mert. et Koch) Schultes et Schultes (Liliaceae), new areas in Ardeche (France, S.E.) *Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon* 60. (3): 82-85 (1991) –
- Delipavlov D. (1998). New taxa and chorological data for the flora of Bulgaria *Thaiszia* — *J. Bot.* 8. (2): 121-128 (1998) - illus. ISSN 1210-0420.
- Dempsey, R. E.; Gornall, R. J. & Bailey, J. P. (1994). Contributions to a cytological catalogue of the British and Irish flora, 4. *Watsonia*, 20: 63-66.
- Dersch G. (1974). Uber *Gagea* spathacea (Hayne) Salisb. und ihre Verbreitung in den Mittelgebirgslandschaften. *Göttinger Flor. Rundbr.* 8. (2): 43-50 (1974)
- Devesa J. A. (2006). La protección de la flora vascular en España peninsular y Baleares. *Ecosistemas*, 15 (2): 42-49.
- Devesa, J. A. & Ruiz, T. (1995). “La Vegetación” en: DEvesa, J. A. Vegetación y Flora de Extremadura 3:79-204. Universitas Editorial.
- Devesa, J. A. *et al.* (1995). Liliaceae in Devesa, Flora y Vegetación de Extremadura. Universitas Editorial.
- Devesa, J. A. *et al.* (1995). Vegetación y Flora de Extremadura. Ed. Universitas.
- Devesa, J. A. (1997). Monocotiledoneas In: Izco *et al.* 1997. Botánica. McGraw-Hill-Interamericana
- Devesa, J. A. López, J. & Gonzalo, R. (2005). Notas Taxonómicas Sobre El Género *Valerianella* Mill. (Valerianaceae) Para La Flora Ibérica. *Acta Botánica Malacitana*, 30: 41-48.
- Díaz González, T. Fernández-Carvajal Álvarez, M^a Carmen & Fernández Prieto, J. (2004). Curso de Botánica. Ed. Trea, s.l. Gijón.
- Diemeer J. (2005) *Gagea minima* (L.) Ker-Gawl. nieuw in Nederland - een erfenis van Linnaeus? (*Gagea minima* (L.) Ker-Gawl. new in the Netherlands - a legacy from Linnaeus?) *Gorteria* 31. 11-17.
- Diez Dapena, M.J. & Pastor Diaz, J.E. (1985b). Contribución al Estudio del Polen y Semillas de la Tribu Scilleae (Liliaceae) en Andalucía Occidental. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 41 (2): 351-360.
- Dirección General de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Junta de Extremadura (DGIDTI): HSS (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/29124/09/2008>)
- Drude, O. (2006). The International Phylogeographical excursion in the British Isles, IX.- The Flora of Great Britain compared with that of central Europe. *New Phytologist*, 11, (7): 236-255.
- Dubois J, Dubois-Tylski T. (1982). Une station de *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawler dans le nord de la France. (A new location for *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawler in northern France.) *Bull. Soc. Bot. Nord France* 35. (1-2): 13-14 (1982)-
- Dumortier, B. C. J. (1827). *Florula belgica, operis majoris prodromus*
- Durieu de Maisonneuve, M.C. (1848). *Exploration Scientifique de l'Algérie*. 1848
- Durieu de Maisonneuve, M.C. (1850). *Exploration scientifique d l'Algérie*. Atlas. Plates 45 bis
- Durkee, L.T. (1983). The ultrastructure of floral and extrafloral nectaries. In: B. Bentley & T. Elias (Eds.), *The biology of nectaries* (pp. 1–29). New York: Columbia University Press.
- Durkee, L.T. (1982). The floral and extra-floral nectaries of *Passiflora*. II. The extra-floral nectary. *American Journal of Botany*, 69, 1420–1428.
- Duvigneaud J. (1987). *Gagea* spathacea, L'une des especies les plus rares et les plus difficiles a determiner de la flore Francaise. *Monde Pl.* 82. (429-430): 16-17.

E

- Edwan, Z.A. (2008). On the taxonomy of *Gagea* and *Calochortus* (Liliaceae):Evidences from macromorphological aspects and cuticular features of leaf. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(1): 1-15.
- Ehrendorfer. (1994). Subdivisión Magnoliophytina In: Strasburger & col. *Tratado de Botánica*. (8ª ed.). Ed. Omega.
- Emberger, L. & Maire. R. (1941). Catalogue des Plantes du Maroc. *Mem. Ser. Soc. Sc. Nat. Maroc*
- Engler, G. (1964). Syllabus der Pflanzenfamilien. II — Berlin.
- Ertman, G. (1943). An Introduction to Pollen Analysis. 1943. Waltham, Mass. U.S.A. Ed. Cronica Botanica Company
- Erdtman, G. (1952) (Reed. 1986) Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms. Brill Archive, 553 pp.
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method. *Svensk. Bot. Tidskr.* 54(4): 561-564
- Espinosa Jiménez, M. A. & Fernández López, Y. C. (1986). Notas para la flora de Jaén IV: LILIALES. *Studia Botanica*, 5: 119-122
- Espinosa- Jiménez, M. A. Alcántara- Gámez, J. & Fernández- López, C. (1994). Fenología De Algunos Geófitos De Jaén. *Blancoana* 11:14-20.
- Espinosa Jiménez, M.A & Fernández Lopez, C. (1986). Notas Para La Flora De Jaen Iv: Liliales. *Studia Botanica* 5:119-122.
- Estrada Sánchez, J. (1987). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 1057-1071. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 44(2): 518.
- European Topic Centre on Biological Diversity for the European Environment Agency and the European Environmental Information Observation Network), consulta 10/07/2008EUNIS Database. <http://eunis.eea.europa.eu/about.jsp> (consulta 10/07/2008).
- EUNIS Database (European Topic Centre on Biological Diversity for the European Environment Agency and the European Environmental Information Observation Network) <http://eunis.eea.europa.eu/about.jsp> (consulta 10/07/2008).

F

- Faegri, K. & Iversen, J. (1975). Textbook of pollen analysis. Ed. 3. Oxford-London-Edinburgh-Melbourne.
- Fakengren-Grerup, U. Quist, M. E. & Tyler, G. (1995). Relative Importnace of exchangeable and soil solution cation concentrations to the distribution of vascular plants. *Environmental and Experimental Botany*, 35(1) (January): 9-15(7)
- Fedorov, A. Fedorov, .A, Evgenévich Bobrov, A. (1999). Flora of Russia: The European Part and Bordering Region, Vol. 4: 320-326.
- Fedorov. (1974). Chromosome numbers of flowering plants. Koeltz Science Publishers. Germany. Koenigstein.
- Fedtschenko, B. A. & al. 1932. Fl. Turkm. 1: 269 (1932).[*Gagea turcornanica* Popov in B. A. Fedtschenko & al. Fl. Turkm. 1: 269 (1932)]
- Ferguson, M. C. (1913). Included Cytoplasm in Fertilization (Briefer articles). *Botanical Gazette*, 56(6) Dec.: 501-502.
- Fernández Alonso, J. L. (1986). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 306-392. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 42(2):306-392.
- Fernández Alonso, J. L. (1986). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 306-392. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 42(2): 52
- Fernández, C. & V. Gómez. (1995). Plantas de la Pandera en el Herbario Jaén hasta 1993. *Blancoana* 12: 1-7.
- Fernández, F. & Labrador, J. (2003). “Del Suelo que nos nace” en: ADENEX, Extremadura, la tierra que amanece, 1:20-55. Diputación Provincial, Área Técnica de Comunicación. Cáceres.
- Fernández García-Rojo, C. & Salazar Mendías, C. (2019). Actualización del catálogo florístico de Sierra Morena oriental (centro-sur de la Península Ibérica, España). *Acta Botanica Malacitana* 44: 109-112.
- Ferrández Palacio, J. V. (2003). Originalidad de la flora de Los Salso, Muelas, Ripas, Gesas del Cinca Medio y provincias vecinas (provincia de Huesca). *Cuadernos del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 30: 287-311.
- Ferrer, P.P. Laguna, E. Alba, S. Tison, J.M. (2007a). Sobre la presencia de *Gagea lacaitae* A. Terracc. (Liliaceae) en la flora valenciana. *Acta Bot. Malacitana*, 32. 67-78.
- Ferrer, P.P. & Guara Requena, M. (2007b). Especies del género *Gagea* Salisb. (Liliaceae) presentes en el Levante Peninsular Ibérico. *Lagascalia*, 27: 31-51.

- Fischer W. (1985). Zum Vorkommen von *Gagea bohemica* ssp. *saxatilis* im Potsdamer Gebiet. *Gleditschia*, 13. (2): 257-259.
- Fitzsche, J. (1836). Ueber den Pollen Kais. Academie der Wissenschaften. 770 pp. Berlin.
- Fuchs Leonhart. (1547). De historia stirpium commentarii insignes, maximis impensis et vigiliis elaborati adiectis earundem vivis plusquam quingentis imaginibus, numquam antea ad naturae imitationem artificiosius effectis & expressis. Bavarian State Library.
- Fra Paleo U. & Nieto Masot, A. (2005). Sig para la Planificación y la Gestión. Master Desarrollo Local sostenible: Agenda 21 local. (IV:5). Universidad de Extremadura.
- Franco & Da Rocha. (1994). Nova Flora da Portugal. Escola Editora. Lisboa. Vol. 3: 50.
- Friheden J, Jonsson J. (1980). Luddvarloken, *Gagea villosa*, i Trelleborg 1977. (*Gagea villosa* in the town of Trelleborg, S. Sweden.) *Svensk Bot. Tidskr.* 74. (1): 54 (1980)
- Fuertes, E. Mendiola, A. & Burgaz, A. R. (1984). Nueva comunidad de la Sierra de Moncayo. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 40(2): 433-435.

G

- Gabrelian, E.T.S. (1981). The conservation of rare, threatened species and types of vegetation in Armeria, Adas III Congr. OPTIMA. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 37 (2): 773-778
- Gabrielyan E.T.S. Gussyan KE. (1978). Dva novykh dlya Armenii vida iz roda *Gagea* (Liliaceae). (Two new species of the genus *Gagea* (Liliaceae).) *Biol. Zhurn. Arm.* 31. (3): 331.
- Gamisans, Jacques. (1985). Cat. Pl. Vas. Corse: 81 (1985): *Gagea bohemica* Schult.f. subsp. *corsica* (Jordan & Fourr.) Gamisans. *Catalogue Des Plantes Vasculaires De La Corse* : Precede De Donnees Statistiques Et D'un Expose Synthetique Sur L'origine De Cette Flore Et De Son Organisation En Ensembles De Vegetation.
- García Alonso, D. Vázquez Pardo, F. Blanco Salas, J. Gutiérrez Esteban, M. Márquez García, (2009). Flora amenazada en la Garganta La Serrá (R. N. Garganta de los Infiernos, Extremadura). 5º Congreso Forestal Español, 21/25 Septiembre 2009. Ávila.
- García Rollán, M. (2005). Atlas clasificatorio de la flora de España peninsular yBalea. 1 (3ª corregida edición). Madrid: Mundi-Prensa, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación,
- García, A. (1995). “Los suelos” en: Devesa, J.A. et al *Vegetacion y Flora de Extremadura* 2:49-78. Universitas Editorial.
- García-Baquero, G. & Valle Gutiérrez, C. J. (2001). Nuevas especies presentes en la Sierra de la Demanda (Sistema Ibérico, La Rioja, España). II. *Studia Botanica*, 20: 155-157
- García-Barros, E. Gurrea, P. Luciani, M. J. Cano, J. M. Munguira, M. L. Moreno, J. C. Sainz, H. Sanz, M. J. and Simón, J. C. (2002). Parsimony analysis of endemism and its application to animal and plant geographical distributions in the Ibero-Balearic region (western Mediterranean). *Journal of Biogeography*, 29: 109–124. doi: 10.1046/j.1365-2699.2002.00653.x
- García-Camacho, R. Santamaría, C. Martín-Blanco, C. J. & Carrasco, M. A. (2004). Análisis de la flora vascular de los volcanes del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61(2): 209-220.
- Gargano, D. (2006). Studi demografici in popolazioni di piante vascolari: esperienze condotte in Calabria. *Informatore Botanico Italiano*, XX(X) 0-00. *Contributo a Riunione Scientifica dei Gruppi di Lavoro di Ecologia e Conservazione della Natura della S.B. Pavia*, 12-13 aprile 2006.
- Gargano D, Peruzzi L, Caparelli KF, Cesca G. (2004). Preliminary observations on reproductive strategies in five early-flowering species of *Gagea Salisb.* (Liliaceae). In: XI OPTIMA Meeting, Beograd, Serbia and Montenegro, 5–11September. (2004). Beograd: Optima, 124.
- Gargano D.; Peruzzi L.; Caparelli K. F. & Cesca G. (2007). Preliminary observations on the reproductive strategies in five early-flowering species of *Gagea Salisb.* (Liliaceae). *Bocconea*, 21: 349-358.
- Garzón, G. (2005). Geomorfología y Paisaje Extremeño en Muñoz, P. & Martínez, E. (Coord. de la edición), *Patrimonio Geológico de Extremadura: Geodiversidad y Lugares de Interés Geológico*, 2.2:71-96, Edita Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.
- Gaston K. J. (2000). Global patterns in biodiversity. *Nature* 405: 220-227
- Gaston, K. J.; Williams, P. H.; Eggleton, P.; Humphries, C. J. (1995). Large scale patterns of biodiversity: spatial variation in family richness. *Proceedings of the Royal Society*, London B 260: 149—154.
- Gatsuk, L. E. Smirnova, O. V. Vorontzova, L. I. Zaugolnova, L. B. Zhukova, L. A. (1980). Age States of Plants of Various Growth Forms: A Review. *The Journal of Ecology*, 68 (2):675-696.
- Gavira Romero. O & Pérez Latorre, A. V. (2003). Aproximación al catálogo florístico del Valle del río Genal (Serranía de Ronda, Málaga, España). *Anales de Biología*, 25: 113-161
- GBIF. (2010). Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad. <http://data.gbif.org/species/> (Consulta 15/01/2010)

- GIC, (2000). Atlas Climático De Extremadura. GIC – Grupo de Investigación en Conservación. Universidad de Extremadura
- Gideon F. Smith; L. R. Tiedt. (1991). Rapid, Non-Destructive Osmium Tetroxide Technique for Preparing Pollen for Scanning Electron Microscopy. *Taxon*, 40(2 May.): 195-200
- Giménez, E. Melendo, M. Valle, F. Gómez-Mercado, F. & Cano, E. (2004). Endemic flora biodiversity in the south of the Iberian Peninsula: altitudinal distribution, life forms and dispersal modes. *Biodiversity and Conservation*, 13 (14): 2641-2660.
- Goloskokov VP. (1975). Zametka o Gagea vaginata M. Pop. (Nota de Gagea vaginata M. Pop.). *Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Akad. Nauk Kaz. SSR* 9. 7 - 9 (1975).
- Gómez García, D. Martínez Cabeza, A. Montserrat, P. Uribe-Echebarría, P. M. (2003). El roble (*Quercus robur* L.) y otras plantas boreales en crisis en el Macizo del Moncayo (Soria-Zaragoza). *Collectanea Botanica*, 26: 141-157
- Gómez Hernández, P. & Pujadas Salvá, A. J. (2004). Fragmentos corológicos, nomenclaturales y fitocenológicos (146-153). *Acta Botanica Malacitana*, 30: 157 - 187
- Gómez Manzaneque, F. & Moreno Saiz, J.C. (1987). *Fragmenta Chorologica Occidentalia*, 801-811. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 43(2):
- Gómez Manzaneque, F. (1994). Notas Breves: El Elemento Termófilo En La Zona Suroccidental De Madrid: Algunas Plantas De Interés. *Anales Jard. Bot. Madrid* 53(1):119-143.
- Gómez Vigide, F. (1985). Algunas aportaciones al conocimiento de la flora gallega. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 41 (2): 367-380.
- Gómez. P. & Ortega, A. (1989). Algunas plantas interesantes para la flora extremeña. *Acta botánica Malacitana* 14:216-220
- González-Astorga, J. Vovides, A. P. Octavio-Aguilar, P. Aguirre-Fey, D. Nicolalde-Morejón, F. Iglesias, C. (2006). Genetic diversity and structure of the cycad *Zamia loddigesii* Miq. (Zamiaceae): implications for evolution and conservation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 152: 553-544
- Govaerts, R. (2003). World Checklist of Liliaceae. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.kew.org/wcsp/> (accessed 11 June 2010)
- Govaerts, R. (2003). World Checklist of Liliaceae. *The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens*, Kew. www.kew.org/wcsp/monocots/ (consultado 25/04/2009).
- Govaerts, R. (2006). *Gagea Salisb.* In Govaerts, R. Dransfield, J. Zona, S.F, Hodel, D.R. & Henderson, A. (2006). World Checklist of Liliaceae. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.kew.org/wcsp/> (consultado 17 December 2010; 19:30 GMT).
- Govaerts, R. Dransfield, J. Zona, S.F, Hodel, D.R. & Henderson, A. (2009). *World Checklist of Liliaceae. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens*, Kew. <http://www.kew.org/wcsp/> (accessed 17 July 2009).
- Gower, J.C. (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27:857-874.
- Graaf DT de, Simons W. (1980). De Akkergeelster (*Gagea villosa* (Bieb.) Duby) weer in Zuid Limburg gevonden. *Natuurhist. Maandblad* 69. (6 - 7): 137 - 140 (1980) map.
- Gralén, N. & Svedberg, T. (1940). Marz.Soluble reserve-carbohydrates in the Liliifloraeae. *Biochem J.*, 34(3): 234-48
- Green P. (1998). *Gagea lutea* in Moray (v.c.95). *BSBI News* no.78. 39 (1998) -
- Greilhuber J.; Ebert I.; Lorenz A. & Vyskot B. (2000). Origin of facultative heterochromatin in the endosperm of *Gagea lutea* (Liliaceae). *Protoplasma*, 212: 217-226.
- Greilhuber, J. Dolez, J. Lysak, M. A. & Bennett, M. D. (2005). The Origin, Evolution and Proposed Stabilization of the Terms 'Genome Size' and 'C-Value' to Describe Nuclear DNA Contents. *Annals of Botany*, 95: 255-260.
- Greilhuber, J. Ebert, I. Lorenz, A. & Vyskot, B. (2000). Origin of facultative heterochromatin in the endosperm of *Gagea lutea* (Liliaceae). *Protoplasma*, 212: 217-226
- Greuter, W. J. McNeill, F. R. Barrie, H. M. Burdet, V. Demoulin, T. S. Filgueiras, D. H. Nicholson, P. C. Silva, J. E. Skog, P. Trehane, N. J. Turland & D. L. Hawksworth (eds.). (2000). International Code of Botanical Nomenclature (St. Louis Code). *Regnum Vegetabile*, nº 138. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Grisebach, A.H.R. (1852). *Wiegmann Archiv*, xviii. (1852) 358.
- Griz Carvalheira, G. M. (2000). Plant polytene chromosomes. *Genetics and Molecular Biology*, 23(4): 1043-1050.
- Grossheim, A.A.G. (1907). *Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou. Gagea chlorantha* var. *cyprica* Pascher, *Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou*, n.s. 19: 370 (1907).
- Grossheim, A.A.G. (1908). *Trudy Bot. Sada Imp. Yur'evsk. Univ.* (*Gagea chlorantha* var. *tenuifolia* Misch.) *Trudy Bot. Sada Imp. Yur'evsk. Univ.* 9(2): 78 (1908).
- Grossheim A.A.G. (1912). *Flora Cauc. Crit. Gagea chlorantha* var. *hohenackeri* Misch. *Fl. Cauc. Crit.* 2(4): 176 (1912), nom. superfl
- Grossheim, A.A.G. (1928). *Fl. Kavkaza Gagea chlorantha* var. *bibulbosa* Grossh. *Fl. Kavkaza* 1: 194.

- Guirao, M. A. P. Nieto y C. Fernández. (1992). Nombres de plantas vasculares de Andalucía cuya taxonomía necesitaría estudio. *Blancoana*, 9: 8-20.
- Gutiérrez, M. (2007). Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 009 *Ophrys lupercalis* J. Devillers-Terschuren & P. Devillers, *Folia Botanica Extremadurensis*, Vol. 1. Pag 70-71. Ed. Junta de Extremadura. ISSN: 1887-6587
- Gutiérrez, M. (2011). Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 045. *Scrophularia sambucifolia* subsp. *sambucifolia* L. *Folia Botanica Extremadurensis*, 5: 92 (93).
- Gutiérrez, M. & Vázquez, F. M. (2009a). Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 033. *Gagea cossoniana* Pascher. *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 86-87.
- Gutiérrez, M. & Vázquez, F. M. (2009b). Anotaciones Corológicas a la Flora en Extremadura: 035. *Gagea granatelli* (Parl.)Parl. *Folia Botanica Extremadurensis*, 4: 93-94.
- Gutiérrez, M. López, J.L. & Vázquez, F.M. (2009). Revisión bibliográfica de las aportaciones sobre recuentos cromosómicos en el género *Gagea* Salisb (Liliaceae). *Folia Botanica Extremadurensis* 4: 45-57.
- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M^a. (2011a). *Gagea extremadurensis* sp. nov. (Liliaceae) nueva especie del SW de la Península Ibérica. *Folia Botanica Extremadurensis*, 5: 45-61.
- Gutiérrez Esteban, M. & Vázquez Pardo, F. M^a. (2011b). Nectaries diversity in *Gagea elliptica* (A.Terrac.) Prain (Liliaceae), from Extremadura (Spain). *Folia Botanica Extremadurensis*, 5: 95-99.
- Gvaladze G.E. (1974). (Sinergidy u nekotorykh vidov roda *Gagea*). (Synergids of some species of the genus *Gagea*). *Soobshch. Akad. Nauk Gruz. SSR* 74. (2): 421-423 (1974)

H

- Haeupler H. (1969). Morphologische und pflanzengeographische Beobachtungen an *Gagea*- Arten im südlichen Niedersachsen. Mitt. Florist.-soziolog. Arb.-Gemeinschaft N.F. 14: 36–46.
- Haeupler H. (1977). Bestimmungsschlüssel der *Gagea*-Arten im südlichen Niedersachsen im blütenlosen Zustand. *Göttinger Flor. Rundbr.* 11(1). Beiblatt no. 5. (1977) - Illus. key.
- Haeupler H. (1978). Determinatietabel voor *Gagea*-soorten in niet-bloeiende toestand. *Gorteria* 9. (1): 6 - 7 (1978) - key.
- Hallbritter, H. Weber, M. Zetter, R. Frosch-Fradivo, A. Buchner R. Hesse, M. 2008. PalDat-Illustrated Handbook on Pollen Terminology. Vienna. 70pp.
- Hamzaoglu, E. Budak, U. Aksoy, A. 2008. A New Species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from Sivas (Central Anatolia, Turkey). *Turk. J. Bot.* 32:261-264.
- Handa K, Tsuji S I, Tamura MN. 2001 Pollen morphology of Japanese Asparagales and Liliales (Lilianaes) *Jap. J. historic. Bot.* 9. 85-125.
- Hardy F. (2004). *Gagea bohemica* (Zauschner) Schultes et Schultes fil. dans le Massif Armoricain et ses marges. Repartition, état de conservation, phenologie, ecologie. *Bull. Soc. Bot. Centre Ouest*, n.s. 35. 199-254.
- Havrenne A, Moreau F. (1986). Une espece rare, a la limite meridionale de son aire de distribution: *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. *Nat. Mosana* 39. (4): 96-99 (1986) -
- Hayashi, K. & Kawano, S. (2000). Molecular systematics of *Lilium* and allied genera (Liliaceae): phylogenetic relationships among *Lilium* and related genera based on the rbcL and matK gene sequence data. *Plant Species Biology*, 15: 73-93
- Hayashi, K. Yoshida, S. Kato, H. Utech, F. D. Whigham, F. D. and Kawano, S. (1998). Molecular Systematics of the Genus *Uvularia* and Selected Liliales Based upon maM and rbcL Gene Sequence Data. *Plant Species Biol.*, 13: 129- 146
- Henker H. (1985). Mecklenburgs *Gagea*-Arten. Bot. Rundbrief für den *Bezirk Neubrandenburg* 17: 41–49.
- Henker H. (2005). Goldsterne und Stinsenpflanzen in Mecklenburg-Vorpommern. Teil 1. Die Goldsterne von Mecklenburg-Vorpommern unter besonderer Berücksichtigung kritischer und neuer Sippen. *Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern*, 39: 3-90.
- Henriques, 1882. Relat. Exp. Sc. A Derra da Estrella (1881-1882), p. 52. Coimbra
- Herbario de la Universidad de Salamanca: SALA (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/23924/09/2008>).
- Herbarium Berolinense (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/109524/09/2008>).
- Herbarium Berolinense (accessed through GBIF data portal, <http://data.GBIF.org/datasets/resource/109524/09/2008>).
- Herbarium des Staatlichen Museums für Naturkunde Görlitz (GLM) (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/110524/09/2008>).

- Herbarium of Oskarshamn (OHN) (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/102424/09/2008>).
- Herbarium of the Białowieża Geobotanical Station (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/147024/09/2008>).
- Herbarium W (accessed through GBIF data portal, <http://data.GBIF.org/datasets/resource/147924/09/2008>).
- Herbier de Strasbourg (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/184924/09/2008>).
- Hermes Pineda Santis¹, Biol; Diego Pareja Molina¹, Biol; Martha Olivera Ángel¹, MV, Dr. Cien. Agr; Juan Builes Gómez², Biol, MSc. (2004). Contribución a la relación taxonómica entre cuatro especies de peces de la familia Characidae mediante el Polimorfismo de ADN Amplificado al Azar (RAPD). *Col Cienc Pec*, 17, Suplem.
- Hervier, 1905. Excursions botaniques de M. Elisée Reverchon dans le massif de La Sagra et á Vélez Rubio (Espagne) de 1899 á 1903. *Bulletin de l'Académie internationale de géographie botanique*, 15: 163
- Hesse, M. Halbritter, H, Zetter, R. Weber, M. Buchner, R. Frosch-Radivo, A. Ulrich, S. (2009). Pollen Terminology, An illustrated Handbook. Ed. Springer-Verlag/Wien. Austria
- Hey, J. Fitch, W.M. Ayala, F.J. (2005). Systematics and the Origen of Species (on Mayr's 100th Aniversary). National Academic Press.
- Heyn CC, Dafni A. (1971). Studies in the genus *Gagea* (Liliaceae): 1. The platyspermous species in Israel and neighbouring areas. *Israel J. Bot.* 20. (3): 214-233 (1971)
- Heyn CC, Dafni A. 1977. Studies in the genus *Gagea* (Liliaceae): 2. The non-platyspermous species from the Galilee, the Golan Heights and Mt. Hermon. *Israel. J. Bot.* (Israel Journal of Botany) 26. (1): 11 - 22 (1977) - Illus. chrom. nos. key.
- Hidalgo, M. I. & Bootello, M. L. —1990— About some physical characteristics of the pollen loads collected by *Apis mellifera* L. — *Apicultura* 6: 179-191.
- Hoffmannsegg J. C. & H.F.Link., 1809-1840. Flore portugaise (1809-1840). Lisboa.
- Holm, T. 1897. *Hypoxis erecta* Linn. A Bibliographical Study. *Botanical Gazette*, 23(2): 113-120
- Holmgren, P. K. and N. H. Holmgren. (1998) [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. *New York Botanical Garden's Virtual Herbarium*. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- Horn, V. P. 1872. Ziir Morphologie der sogenannten Wunelzwiebeln bei *Gagea stenopetala* Itchb. *Botanik.*: 60-64.
- Hugin G, & Hugin H. (1998). *Gagea villosa* in Sudwestdeutschland. (*Gagea villosa* in southwestern Germany.) *Carolinaea* 56. 79-89.

I

- Igersheim, A. (1993). The carácter states of the Caribbean monotypic endemic *Strumpfia* (Rubiaceae). *Nordic Journal of Botani*, 13: 545-559.
- IGN (2002). Cartografía Corine Land Cover Nivel 5. Instituto Geográfico Nacional
- Illig H. (1987). Aufruf zur Kartierung der Goldsterne (*Gagea Salisbury*) in Brandenburg. *Gleditschia* 15. (2): 301-304.
- Inglism, W. G. (1991). Characters: the central mystery of taxonomy and systematics . *Biological Journal of the Linnean Society*. 1991, vol. 44, no2, pp. 121-139
- Instituto Pirenaico, (2005). Flora de Aragón. Instituto Pirenaico de Ecología y Gobierno de Aragón (Departamento de Medio Ambiente). <http://www.ipe.csic.es/floragon/indexbuscadores.php>.
- International Botanical Collections (S) (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/198324/09/2008>)
- Inventaire national du Patrimoine naturel (INPN) (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/262024/09/2008>)
- IPNI. (2008)-2020. The International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org> (continuamente consultado 03/01/2008, 01/01/2020).
- Ivashchenko A.A. (1977). Novye gusinye luki dlya Zapovednika Aksu - Dzhabagly. (Species novae *Gageae* in Reservato Aksu - Dzhabagly crescentes.) *Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Akad. Nauk Kaz. SSR* 10. 5 - 12 (1977).
- Izco, J, Barreno, E. Brugués, M. Costa, M. Devesa, J.A. Fernández, F. Gallardo, T. LLimona, X. Salvo, E. Talavera, S. & Valdés, B. (1997). *Botánica*. McGraw-Hill, Madrid, 781 pp, ISBN 84-486-0182-3
- Izco, J. (2004). Capítulo 15 Biodiversidad y Conservación, In Izco *et al.* (2004) (2º Ed.) *Botánica* Ed. McGraw-Hill. Madrid.

J

- Jahre Naturschutzgebiet Dreienberg (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/272924/09/2008>)
- Janchen, E. (1953). Zur Nomenclatur de Gattungsnamen IV. Proposals nos 55 - 73 submitted to the Paris Congress. *Taxon* Vol III 2:5-73 (26785).
- Jansen M.T. & Mennema J. (1973). *Gagea villosa* (Bieb.) Duby in Nederland. *Gorteria* 6. (8): 125-128.
- Jansen M.T. 1977. De Akkergeelster, *Gagea villosa* in *Nederland. Levende Nat.* 80. (12): 276 - 279 (Illus. map).
- Jasencakova Z. Meister A. Walter J. Turner B. M. & Schubert I. (2000). Histone H4 Acetylation of Euchromatin and Heterochromatin Is Cell Cycle Dependent and Correlated with Replication Rather Than with Transcription. *The Plant Cell*, 12: 2087-2100.
- Jee, V.; Dhar, U. & Kachroo, P. (1989). Cytogeography of some endemic taxa of Kashmir Himalaya. Proceedings of the Indian National Science Academy. Part B, *Biological Sciences*, 55: 177-184.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- John H, Zenker E. (1978). Beobachtungen zum Auftreten der Gattung *Gagea* Salisb. in der Umgebung von Halle. *Mitt. Flor. Kart. Halle* 4. (1): 44 – 50.
- John H.; Peterson A. & Peterson J. (2004). Zum taxonomischen Rang zweier kritischer Sippen der Gattung *Gagea* in Mitteleuropa. *Mitteilungen zur floristischen Kartierung in Sachsen-Anhalt (Halle)*, 9: 15-26.
- John, H. Peterson A. & Peterson J. (2004). Zum taxonomischen Rang zweier kritischer Sippen der Gattung *gagea* in Mitteleuropa. *Mitt. floresit. Kart. Sachsen-Anhalt*, 9: 15-26
- Joshi, A. C. 1940a. The Conservate Character Of The Vascular System: Comparative Anatomy Of Normal And Pentaphyllous Bicarpeillary Flowers of *Gagea fascicularis* . *Ann Bot*, 4: 664-669.
- Joshi, A. C. 1940b. Development of the Embryo-sac of *Gagea fascicularis* Salisb. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 67 (2) : 155-158
- Judd, W.S. Campbell, C.S. Kellogg, E.A. Stevens, P.F. (2002). *Botanique Systématique, une perspective phylogénétique*. Ed. DeBoeck Université. (reed. 1999). pp 468.
- Jury, S. Ruhterford, R. Rejdali, M. Rankou, H. & El Atechi, T. (2008). The vascular flora of Oukaïmeden, in the Moroccan High Atlas.

K

- Kandemir N, Akcin OE, Cansaran A, 2000. Amasya cevresinde yayilis gosteren bazi geofitler uzerinde morfolojik ve anatomik bir arastirma. *OT sist. bot. derg.* 7. (2): 127-147.
- Kapasa M.; Nikolaidi T.; Bareka E.P. & Kamari G. (2001). Reports (1236-1243). In: Kamari G. Blanché G. Garbari F. Mediterranean chromosome number reports 11. *Flora Mediterranea*, 11: 448-454.
- Kausch W, Schumacher W. (1976). Über die Vorkommen des Wald-Goldsterns (*Gagea lutea* (L.) Ker-G. Liliaceae) an der Urft und ihren Nebenbächen (Nordeifel). *Decheniana* 129. 3 - 8 (1976) - Map.
- Kawano S(ed.), (2004). Life history monographs of Japanese plants. vol. 1. *Spring plants*, no. 1 Sapporo: Hokkaido University Press iv, 111p. ISBN 4832913719
- Kazuhiko Hayashi, And Kawano, S. (2000). Molecular systematics of *Lilium* and allied genera (Liliaceae): phylogenetic relationships among *Lilium* and related genera based on the rbcL and matK gene sequence data. *Plant Species Biology* 15:73-93.
- Kers LE. (1972). *Gagea spathacea* i Sodermanland. (*Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. is reported from Sodermanland, Sweden). *Svensk Bot. Tidskr.* 66. (4): 443-445.
- Khaniki, G. B. & Persson, K. (1997). Nectary morphology in South West Asian *Fritillaria* (Liliaceae). *Nordic Journal of Botany*, 17: 579–611.
- Khinkova Ts. (1971). Floristichno suobshtenie *Gagea bohemica* (Zanschn.) Roem. et Schult. (Flora communication on *Gagea bohemica* (Zanschn.) Roem. et Schult.). *Izv. Bot. Inst. (Sofia)* 21. 237-238.
- Kiehn, M.; Vitek, E.; Hellmayr, E.; Walter, J.; Tschennett, J.; Justin, C. & Mann, M. (1991). Beiträge zur Flora von Österreich: Chromosomenzählungen. *Verhandlungen der Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien*, 128: 19-39.
- Kirschner J. Kirschnerová L. & Štěpánek J. (2007). Generally accepted plant names based on material from the Czech Republic and published in 1753–1820. – *Preslia* 79: 323–365.
- Klokov MV. (1974). Nekotorye vidy, upominaemye v literature, no do sikh por ne opisannye. (Species nonnullae in literature botanica citatae sed adhuc non descriptae.). *Novosti Sist. Vyssh. Nizsh. Rast.* (Kiev) 1974. 98-117 (1974).

- Klooster WP ten, & Lanjouw H. (1972). *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. en *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. in Drente. *Gorteria*, 6. (5): 80-86.
- Koch, W.D.J. 1826. Synopsis der deutschen und schweizer Flora In Rohling, Deutschl. Fl. 2: 545.
- Koch, K. 1849. Beiträ"ge zu einer Flora des Orientes (Fortsetzung). *Gagea*. *Linnaea* 22, 226–231
- Koch, W.D.J. (1974). Ein weiterer Fundort von *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. im sudosteuropaischen Areal. *Gottinger Flor. Rundbr.* 8. (4): 108-110.
- Koch, W.D.J. (1975). Richtigstellung zu *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. *Gottinger Flor. Rundbr.* 9. (1): 29.
- Komarov V. L. 1935. Flora of the URSS. Vol. 4. pag 47-87. Leningrad.
- Gross Leinn, A. A. Kondo, T. Miura, T. Okubo N. Shimada, M. Baskin C. & Baskin J, (2004). Ecophysiology of deep simple epicotyl morphophysiological dormancy in seeds of *Gagea lutea* (Liliaceae). *Seed Science Research* 14:371–378.
- Kosenko VN. (1999). Contributions to the pollen morphology and taxonomy of the Liliaceae. *Grana* 38: 20–30.
- Kosenko, V.N. & Levichev, I.G. 1988. Morfologiya pyl'tsy rodov *Gagea* i *Lloydia* (Liliaceae). (Pollen morphology in the genera *Gagea* and *Lloydia* (Liliaceae)). *Bot. Zhurn* 73. (7): 965-976 (1988) - illus.
- Kosenko, V.N. (1999). Contributions to the pollen morphology and taxonomy of the Liliaceae. *Grana* 38: 20–30.
- Kotukhov YuA. (1989). Novyi vid roda *Gagea* (Liliaceae) iz Yuzhnogo Altaya. (A new species of the genus *Gagea* (Liliaceae) from the Southern Altai.) *Bot. Zhurn.* 74. (11): 1663-1664 (1989) -
- Koul, A.K. & Wakhlu, A.K. (1985). Studies on the genus *Gagea* (5). Embryology of *Gagea reticulata* Schult. *Journal of Japanese Botany*, 60: 361-369.
- Kozieradzka-Kiskurno, M. 2007. Endoreduplication in the suspensor of *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl (Liliaceae). *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica*, 49 (1): 33-37.
- Kramer, K. U. & Green, P. S. (1990). The family and genera of Vascular Plants. Vol. I. Pteridophytes and Gymnosperms
- Krasnova AM. (1972). Pryazovs'ki vydy rodu *Gagea* Salisb. (The Azov Sea area species of the genus *Gagea* Salisb.). *Ukr. Bot. Zhurn.* 29. (2): 200-206 (1972)
- Krichfalushii VV, Sabadosh VI. (1997). Khorologichni ta ekologo-fitotsenotichni osoblivosti *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. (Liliaceae) na Zakarpatti. (Chorological, ecological and phytocenotic peculiarities of *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. (Liliaceae) in Transcarpathia.), *Ukr. Bot. Zhurn.* 54. (4): 365-369 (1997) -
- Krichphalushi, V.V. (1989). Sravnitelno-karyologicheskoe issledovanie prirodnykh populacij efemeroidov Karpat Pp. 25-27 in Tesizy II Symp. Plant Karyology.
- Kudo, G. Nishikawa, Y. Kasagi, T. And Kosuge, S. (2004). Does seed production of spring ephemerals decrease when spring comes early?. *Ecological Research* ,19: 255–259.
- Kulikov P.V. (1999). O rasprostranenii *Gagea fragifera* s.l. (Liliaceae) na Urale. (On the distribution of *Gagea fragifera* s.l. (Liliaceae) in the Urals.). *Bot. Zhurn.* 84. (5): 67-70 (1999) -
- Kuzoff, R.K. Sweere, J. A. Soltis, D. E. Soltis, P. S. & Zimmer, E. A. (1998). The Phylogenetic Potential of Entire 26S rDNA Sequences. *Plants. Mol. Biol. Evol.* , 15(3): 251-263.

L

- Lagasca, 1827. Herb. Ruth. Cent. (Ornithogalum szovitsii Lag. Herb. Ruth. Cent. 1 n° 61 et in *Bot. Zeil.* 1827 Beyl p. 64)
- Lainz, M. & Loriente, E. (1983). Contribuciones al conocimiento de la flora_montañesa, II. *Anales Jard. Bot. Madrid* 39(2): 405-416.
- Lainz, M. (2000). Algo sobre las relaciones de Pau con Gonzalo Sampaio. *Anales Jard. Bot. Madrid* 57(2): 365-374.
- Laínz, M., (1976). Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur, XI. *Bol. Inst. Est. Ast. Ser. C.* 22: 3-44.
- Laínz, M. (1994). Algo sobre las relaciones de Pau con Francisco de Paula Jiménez Munuera. . *Anales Jard. Bot. Madrid*, 52(1): 67-79
- Laínz, S. J. (1956). Aportaciones al conocimiento de la flora gallega. II (I). *Anales Del I: Botánico A. J. Cavanilles* 14 (1):529-554.
- Laínz, S. J. (1980). Algunas observaciones a propósito de Flora europaea volumen V. *Bol. Real Instituto de Estudios Asturianos.* 26: 1-10.
- Lazaro e Ibiza, 1906. Compendio de la Flora Española. (I): 748-749
- Lázaro Bello, J. A. (2005). 152. Nuevas citas para la flora vallisoletana. III. *Acta Botanica Malacitana*, 30: 176
- Lee J. H. Han, T. H. (2006). Identification of parental species of the *Alstroemeria* cv. 'Jubilee' using AFLP marker technique. *Scientia Horticulturae* , 111: 63-67

- Leiner-Herbar Konstanz (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/147324/09/2008>)
- Leins, P. & Erbar, C. (2010). Flower and Fruit. Morphology, ontogeny, phylogeny, function and ecology: 114-126. Schweizerbart Science Publishers.
- Leute, G.H. (1974). Reports [In Löve, A. (ed.), IOPB chromosome numbers reports XLVI]. *Taxon*; 23(5/6): 811-812.
- Levan, A.; Fredga, K. & Sandberg, A. A. (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52: 201-220.
- Levichev I.G. (1981). "Novye vidy roda Gagea (Liliaceae) iz zapadnogo Tyan'" Shanya. (The new species of the genus Gagea (Liliaceae) from the western Tian-Shan.)" *Bot. Zhurn.* 66. (11): 1635 - 1645 (1981). illus.
- Levichev I.G. (1982). Novye vidy gusinykh lukov (Gagea Salisb. Liliaceae) iz rodstva Gagea capussi Terr. (Generis Gagea Salisb. (Liliaceae) species novae ex affinitate Gagea capussi Terr.) *Novosti Sist. Vyssh. Rast.* 19. 62-67 (1982)- illus. key.
- Levichev I.G. (1983a). Novye vidy roda Gagea (Liliaceae) iz zapadnogo Tyan'- Shanya. (New species of the genus Gagea (Liliaceae) from West Tian-Schan. *Bot. Zhurn.* 68. (10): 1416-1420 (1983)- illus.
- Levichev I.G. (1983b). Sovremennye tsentry mnogoobraziya vidov roda Gagea. In: Tez. dokl. 7 Delegat. s'ezda Vses. botan. o-va, Donetsk, 11-14 maya. (1983).(Leningrad). pp.23-24 (1983) .
- Levichev G. (1988). Novye vidy roda Gagea (Liliaceae) iz zapadnoi chasti Tyan'shanya. (New species of the genus Gagea (Liliaceae) from the western part of Tien Shan.) *Bot. Zhurn.* 73. (11): 1617-1623 (1988) - illus.
- Levichev I.G. (1990d). O vozrastnoi izmenchivosti i gibridizatsii u nekotorykh predstavitelei Gagea (Liliaceae). (On age variation and hybridization of some representatives of Gagea (Liliaceae).) *Bot. Zhurn.* 75. (5): 658-667 (1990) - illus.
- Levichev I.G. (1990a). The synopsis of the genus Gagea (Liliaceae) from the western Tien-Shan. *Botanicheskii Zhurnal* 75: 225-234.
- Levichev I.G. (1990b). Chto takoe Gagea pseudoerubescens Pasch. (Liliaceae)? (Quid est Gagea pseudoerubescens Pasch. (Liliaceae)?) *Novosti Sist. Vyssh. Rast.* 27. 22-25 (1990) -
- Levichev I.G. (1990c). Konspekt roda Gagea (Liliaceae) Zapadnogo Tyan'-Shanya. (The synopsis of the genus Gagea (Liliaceae) from the Western Tien-Shan.) *Bot. Zhurn.* 75. (2): 225-234 (1990) -
- Levichev I.G. (1991). Novye vidy roda Gagea (Liliaceae) iz zapadnogo Tyan'-Shan. (New species of the genus Gagea (Liliaceae) from the western Tian-Shanya.). *Bot. Zhurn.* 76. (7): 999-1004 (1991) - illus.
- Levichev I.G. (1997a). O vidovom statuse Gagea rubicunda (Liliaceae). (On the taxonomical status of Gagea rubicunda (Liliaceae).) *Bot. Zhurn.* 82. (6): 71-76 (1997) - illus.
- Levichev I.G. (1997a). Obzor roda Gagea (Liliaceae) vo flore Dal'nego Vostoka. (The review of the genus Gagea (Liliaceae) in the flora of the Far East.) *Bot. Zhurn.* 82. (12): 77-92 (1997) - illus.
- Levichev I.G. (1998). New species of the genus Gagea (Liliaceae) from typical section. (Novye vidy roda Gagea (Liliaceae) iz tipovoi sektsii.) *Bot. Zhurn.* 83. (2): 110-112 (1998) (Botanicheskii Zhurnal-Moskva Then Sankt, - Nauka Saint- Petersburg)
- Levichev, I.G. (1999a). Phytogeographical analysis of the genus Gagea Salisb. (Liliaceae). *Komarovia* (1):45-57.
- Levichev I.G. (1999b). The morphology of Gagea Salisb. (Liliaceae) I. Subterranean organs. *Flora* 194: 379-392. (Levichev, I. G. (1999b). Zur Morphologie der Gattung Gagea Salisb. (Liliaceae). I. Die unterirdischen Organe. *Flora* 194: 379-392.
- Levichev I.G. (1999c). Cooperation in genus Gagea. *Opt. Newstett.* 34: 12.
- Levichev I.G. (2000). Novyi vid roda Gagea (Liliaceae). (A new species of genus Gagea (Liliaceae).) *Bot. Zhurn.* 85. (7): 186-188.
- Levichev I.G. (2001). New species of the genus Gagea Salisb. (Liliaceae) from western regions of Asia. *Turczaninovia* 4. (1-2): 5-35 (2001) - illus.
- Levichev I.G. (2006a). Four new species of the genus Gagea Salisb. (Liliaceae) from Western Himalayas and the adjoining regions. *Pakistan J. Bot. (Pakistan Journal of Botany)*, 38(1): 47-54.
- Levichev I.G. (2006b). A review of the Gagea (Liliaceae) species in the flora of Caucasus (Obzor vidov roda Gagea (Liliaceae) vo flore Kavkaza.). *Bot. Zhurn. (Botanical Journal (St. Petersburg))*, 91(6): 917-951.
- Levichev, I.G. & Ali, S.I. (2006). Seven new species of the genus Gagea Salisb. (Liliaceae) from Western Himalayas and adjoining regions. *Pakistan Journal of Botany*, 38(1): 55-62.
- Levichev, I.G. & Jezniakowsky, S.A. 2008. Historia Gagearum Website. <http://www.binran.ru/infosys/gagea/taxa/tax-202-eng.html>. (Consulta, 05-05-2007/05-05-2010)
- Levichev I.G. & Maassoumi S.M. (2005). Comparison of sporoderm features of Gagea lutea and G. nakaiana (Liliaceae). *Bot. Zhurn.* 90. (6): 854-864.
- Levichev I.G. & Navruzshoev D. (1997). Novyi vid roda Gagea (Liliaceae) iz Pamiro-Alaya. (A new species of the genus Gagea (Liliaceae) from the Pamiro-Alai.) *Bot. Zhurn.* 82. (9): 91-92 (1997) -

- Levichev, I.G. & Krasovskaya, L. S. (2005). On the modes of neotenic divergence in limens of genus *Gagea* (Liliaceae) Abstract of XVII *International Botanical Congress*, Wien 17, 23/07/2005.
- Levichev, I.G. & Tison, J.M. (2004a). Typification of the Caucasian *Gagea* (Liliaceae) taxa described by Karl Koch. *Candollea*, 59: 119-133.
- Levichev, I.G. & Tison, J.M. (2004b). Étude nomenclaturale de *Gagea reticulata* (Pall.) Schult. & Schult. f. (Liliaceae), de ses variétés β *tenuifolia* Boiss. et α *fibrosa* Boiss. et de *Gagea* Boiss. & Spruner. *Candollea* 59: 309-324.
- Linneo, C. V. 1735. *Systema Naturae* [Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, xenera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis]. Holmie
- Lobo, J. M. Castro, I. And Moreno, J. C. (2001). Spatial and environmental determinants of vascular plant species richness distribution in the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Biological Journal of the Linnean Society*, 73: 233–253. doi: 10.1111/j.1095-8312.2001.tb01360.x
- Lojacono Pojero, M. (1908) *Flora Sicula o descrizione delle piante spontanee o indigenate in Sicilia*. Vol. 3(Monocotyledones, Cryptogamae): 133.
- Loode, J.W.D. Weeda E.J. (1976). Geelsterren in Twente en het Duitse grensgebied. *Levende Nat.* 79. (10): 222 - 228 (1976) - Illus. maps.
- Loon, J.C.H.R. (1982). IOPB Chromosome number Reports LXXVII. *Taxon* 31(4): 763-764.
- López, G. 1990. Taxonomía y biogeografía del género *Gagea* subgen. *Gagea*. *Jornadas de taxonomía vegetal*, 24-27/V/1990, Resúmenes: 31-35, Madrid.
- Lopez, G. (2013), *Gagea Salisb.* in S. Talavera, C. Andrés, M. Arista, M.P. Fernández Piedra, E. Rico, M.B. Crespo, A. Quintanar, A. Herrero & C. Aedo, *et al.* *Flora Ibérica*, Volumen XX, Liliaceae-Agavaceae. 12-12-2013.
- López G. & Nieto Feliner, N. (1985), Apuntes para un tratamiento taxonómico del género *Arenaria* L. en la Península Ibérica y Baleares. . *Anales Jard. Bot. Madrid*, 42(2): 343-361.
- López, E. & Devesa, J.A. (2008a). Notas taxonómicas sobre el género *Centaurea* L. (Asteraceae) en la Península Ibérica. I. *C. cordubensis* Font Quer, *C. bethurica* E. López & Devesa, sp. Nov. y *C. schousboei* Lange. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 65(2).
- López, E. & Devesa, J.A. (2008b). Notas taxonómicas sobre el género *Centaurea* L. (Asteraceae) en la Península Ibérica. III. *Centaurea limbata* Hoffmanns. & Link. *Lagascalia*, 28, 411.
- López Vélez, G. (1996). Flora y vegetación del macizo del Calar del Mundo y sierras adyacentes del sur de Albacete. Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel” de la Excma. Diputación de Albacete, Albacete.
- Losa, T. M. (1951). Contribución al estudio de la flora en la provincia de Zamora (Addenda et corrigenda). *Anales Jard. Bot. Madrid*, 9(1): 485-502.
- Losa, T. M. (1955). Resumen de un estudio comparativo entre las floras de los Pirineos francoespañoles y los montes cántabro-leoneses. *Anales Del I. Botánico A. J. Cavanilles* 13(1):263-267.
- Losa, T. M. (1957). Catálogo de las plantas que se encuentran en los montes palentino-leoneses. *Anales del Inst. Botánico J. A. Cavanilles*, 15(1): 243-376.
- Louveaux, J. Maurizio, A. & Vorwold, G. (1978). Methods of Melissopalynology — *Bee World* 59(4): 139-157.
- Love, A & Love, D. (1975). *Plant Chromosomes*. Vaduz
- Lövkvist, B. & Hultgård, U.M. (1999). Chromosome numbers in south Swedish vascular plants. *Opera Botanica*, 137: 1-42.
- Ludwig W. (1983). Uber *Gagea minima* in Hessen. *Hess. Flor. Briefe*, 32. (2): 18-22 (1983) - Lund Botanical Museum (LD) (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/102824/09/2008>)

M

- Mabberley DJ. (1997). *The Plant Book*, 2nd edn. Cambridge: Cambridge University Press.
- Magulaev, A.Y. (1992). Chromosome numbers in some species of vascular plants of the northern Caucasus flora. *Botaničeskij Žurnal* (Moscow & Leningrad), 77(10): 88-90.
- Maire R. C. (1929). Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fascicule 14 (1). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 21: 13-40
- Maire, 1931. *Gagea Salisb.* In Jahandiez E. & Maire R. *Catalogue des Plantes du Maroc*. Volume IV. Tome Premier, 180-181.
- Maire, R. C. (1935) Contributions a l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fascicule 23 . 1935.
- Maire, R. C. (1958). *Gagea Salisb.* In Maire, R. C., Guinochet, M. & Quêzel, P. *Flore de l'Afrique du Nord*. (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara), (V) Monocotyledonae: Liliales: Liliaceae: 107- 127 Éditions Paul Lechevalier, Paris.

- Maire, R. C., & Ernest, J. (1928). Contributions a l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fascicule 12.
- Maire, René-Charles-Joseph-Ernest (1935). *Contributions a l'étude de la flore de l'Afrique du Nord*. Fascicule 35, 1935
- Maire, D.R.; Guinochet, M. & Quézel, P. (1958). Flore de l'Afrique du Nord. (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara), (V) Monocotyledonae: Liliales: Liliaceae: 107- 127 Éditions Paul Lechevalier, Paris.
- Malakhova, L.A. (1990). Kariologičeskij analiz prirodnykh populacij redkich i ischezajushchikh rastenij na juže Tomskoj Oblasti. *Bjulleten' Glavnogo Botaniceskogo Sada*, 155: 60-66.
- Majovsky, J. & al. (1976). Index of Chromosome numbers of Slovakian Flora. 5. *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comeniana. Bot.* 25: 1-18
- Malakhova, L. A. & Markova, G.A. (1994). Chromosome numbers in the flowering plants of Tomsk region. Monocotyledones. *Botaničeskij Žurnal (Moscow & Leningrad)*, 79(7): 134-135.
- Malik, C.P. & Sehgal, S.M. (1959). Chromosome number in *Gagea reticulata* Schultes. *Journ. Sci. Industr. Res.* 18c,(8): 155-156.
- Malik, C.P. (1961). Chromosome number in some Indian Angiosperms: Monocotyledons. *Sci. & Culture*, 27(4): 197-198.
- Marceno C, Colombo P. (1980). *Gagea busambarensis* (Tin.) Parl. specie rara e dubbia riscoperta recentemente a Rocca Busambra (Palermo): *Lav. Ist. Orto Bot. Univ. Palermo*, no.24. 7p. (1980) Ill. map.
- Marcos Samaniego. N. González Aguas. I. & Bonet Carrasquilla, C. (1989). Aportaciones a la flora de Toledo I. *Bot. Complutensis*, 15: 233-237
- Markovic L, Mikulic S. (1989). *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. u flori Hrvatske. (*Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. in the flora of Croatia). *Acta Bot. Croat.* 48. 169-172 (1989)
- Martín Ciudad, A. (1990). Índice de recuentos publicados en la serie "números cromosómicos de plantas occidentales", 1-638. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 47(2) : 445-460
- Martín, A. (1991). Números cromosómicos de Plantas Vasculares Ibéricas (I). En Castroviejo, S. & Valdés-Bermejo, E. *Archivos de Flora Ibérica n° 1*. CSIC, Madrid: 124.
- Martín-Blanco, C. J. & Carrasco, M. A. (1997). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 5846-5893. *Anales Jard. Botánico Madrid*, 55(1): 149.
- Martínez Arias, R. Fernández Rodríguez, A. & García González, M. E. (2004). 139. Nuevas citas y correcciones a la flora ibérica para plantas del NW de la provincia de León in Fragmentos corológicos, nomenclaturales y fitocenológicos (135-145). *Acta Botánica Malacitana*, 29: 255- 295
- Martinoli, G. (1950). Contributo alia caryo-logia del genere *Ornithogalum*. *Caryologia*, 3: 156-164.
- Martinoli, G. (1954). La cytotaxonomie experimentale appliqué aux espèces végétales de la Sardaigne et en particulier aux endemiques. VIII Congr. Intern. Bot. Compt. Red. Séances et Rapp. Et Comm. Parvenus avant les Congres Set. 9 et 10: 78-79.
- Mateo Sanz, G. (1986). Fragmenta Chorologica Occidentalia, 539-569. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 43(1): 166-169.
- Mateo Sanz, G. Torres, C. & Fabado, J. (2005). Adiciones al Catálogo de la flora de las comarcas valencianas de los Serranos y Ademuz, VI. *Toll Negre*, 6: 20-24.
- Mateo, G. & M. B. Crespo, 2003. Manual para la determinación de la flora valenciana. 3ª Edición. *Monografías de Flora Montiberica n° 4*, Valencia.
- Matsuura, H. & Sutô, T. 1935. Contributions to the ideogram study in Phanerogamous plants I. *Jour. Fac. Sci. Hakkaido Imp. Univ. Ser. 5, Bot. 5, 5: 33-75*.
- Mayr, E. 1982. *The Growth of Biological Thought*. Cambridge, MA: Harvard University Press. pp. 974.
- Mayr, E. (1997). *Evolution and the Diversity of Life*. Ed. Belknap press of Harvard University Press. Cambridge. Pp. 721.
- McDade L. A. (1992). Hybrids and phylogenetic systematics II. The impact of hybrids on cladistic analysis. *Evolution* 46: 1329–1346.
- McNeill J, (Rapporteur général) & Turland N. (Vice-rapporteur) Synopsis of Proposals on Botanical Nomenclature – Melbourne 2011: A review of the proposals concerning the International Code of Botanical Nomenclaturesubmitted to the XVIII International Botanical Congress. *Taxon* 60 (1): 243–286.
- Medail, F. & Quezel R. (1997). Repe Hot-Spots Analysis for Conservation of Plant Biodiversity in the Mediterranean Basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84 (1):112-127
- Medjahdi B. Ibn Tattou, M. Bakat, D. & Benabedli, K. 2009. La Flore Vasculaire des Monts des Trara (Nord Ouest Algèrien). *Acta Botanica Malacitana*, 34: 1-18.
- Melendo, M. Giménez, E. Cano, E, Gómez-Mercado E. & Valle, F. (2003). The endemic flora in the south of the Iberian Peninsula: taxonomic composition, biological spectrum, pollination, reproductive mode and dispersal. *Flora*, 198, 260–276.
- Měsicěk J, & Hroudá L. (1974). Chromosome numbers in Czechoslovak species of *Gagea* (Liliaceae). *Folia Geobotanica and Phytotaxonomica*, Praha 9(4):: 359–368.

- Minutillo F. (1995). Segnalazioni floristiche italiane: 768-773. *Inform. Bot. Ital.* 26. (2-3): 221-223 (1994 publ. 1995)
- Miranda Lopes, J. (1929-1930). A flora do concelho de Vimioso. *Bol. Soc. Brot.* (2e série) 6: 266-278.
- MMA. (1997). Inventario Nacional de Hábitats. Anexo I de la Directiva 92/43/CEE. Escala 1:50.000. Ministerio de Medio Ambiente.
- Moglia, M.M. Delgado, J.M. Sánchez, a. & Muñoz, J.M. (2001). 74. Flora de Interés Corológico para Andalucía Occidental. *Acta Botánica Malacitana*, 26: 260-263
- Molina J. ; Michaud H. ; Roux J.P. & Tison J.M. (1998). *Gagea mauritanica* Durieu (Liliaceae), espèce nouvelle pour la flore française. *Bull. Mens. Soc. Linn.* Lyon (Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon), 67: 77-78.
- Montserrat Martí, J. M. (1981)a. Números Cromosómicos De Plantas Occidentales, 77-83. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 38(1):249-252.
- Montserrat Recorder, P. (1981)b. *Gagea* del Herbario Jaca y otras novedades florísticas. Actas III Congr. Óptima. *Anales Jard. Bot. Madrid* 37 (2): 619-627.
- Moore, D.M. (1982). Flora Europaea. *Check-list and Chromosome index*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Moraldo B. (1983). Segnalazioni Floristiche Italiane 236–246. *Informatore Botanico Italiano* 15: 83–86.
- Moreau F. (1991). Travaux floristiques: nouvelles localites de *Gagea spathacea*. *Nat. Mosana* 44. (4): 94-95 (1991)
- Moreau F, Duvigneaud J. (1988). Trouvailles floristiques. Nouvelle localites de *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. *Nat. Mosana* 41. (4): 137 (1988).
- Moreno Moral, G. Ó. Sánchez Pedraja, M. Laínz, J. Patallo, J. J. Aldasoro & C. Aedo. (2001). Flora de Cantabria [Bibliografía básica. Plantas amenazadas (Lista Roja de la Flora Vascular cántabra)]. “Version: September 2005”. <<http://grupos.unican.es/acanto/botanica.htm#inicio>>
- Moreno Saiz, J. C. Castro Parga, I. and Sainz Ollero, H. (1998). Numerical analyses of distributions of Iberian and Balearic endemic monocotyledons. *Journal of Biogeography*, 25: 179–194. doi: 10.1046/j.1365-2699.1998.251118.x
- Moreno-Saínz, J.C. Donato, M. Katinas, L. Crisci, J.V. & Posadas, P. (2012). New insights into the biogeography of south-western Europe: spatial patterns from vascular plants using cluster analysis and parsimony. *Journal of Biogeography* (J. Biogeogr.) (2012): 1-15.
- Morison, R. 1680. *Plantarum historiae universalis Oxoniensis pars tertia seu herbarum distributio nova, per tabulas cognationis & affinitatis ex libro naturae observata & detecta.* Tab. 12-13.
- Mullerott M (1976). Zum Vorkommen und zur Morphologie von *Gagea*-Arten insbesondere von *Gagea villosa* (Mb.) Duby. *Hoppea* 35. 279 - 286 (1976) - Illus. maps.
- Munby, 1859. *Catal. Pl. Algérie* 32 (*Gagea circinata*)
- Muñoz Barco, P. (1992). *Geología Ambiental en Extremadura*. Publ. Museo de Geol. de Extremadura, 4:103-114.
- Murciego Murciego, A. (2004). Geología y recursos minerales de Extremadura. *Foresta*, no 27, 3 er trimestre 2004
- Murzalieva GZh, (1993). Novyi vid roda *Gagea* Salisb. s. r. *Sarycu*. (New kind of *Gagea* Salisb. species of Sarysu.). *Izv. Natsion. Akad. Nauk Resp. Kazakhstan, Ser. Biol.* 6. (180): 93-94

N

- Nair, P. K. K. & Sharma, M. (1965). Pollen morphology of Liliaceae. *J. Palynol.* 1: 38 - 61.
- Nationaal Herbarium Nederland - Leiden Branch (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/108524/09/2008>)
- National Vegetation Data bank (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/247124/09/2008>)
- Navarro F. A. & Díaz González, T. E. (1977). Algunas Consideraciones Acerca De La Provincia Corológica Orocantabrica. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 34 (1): 219-253.
- Navarro, F. & Díaz González T.E. (1977). Algunas consideraciones acerca de la provincia corológica orocantábrica. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 34 (1): 219-253
- Nepi, M. (2007). Nectary structure and ultrastructure. In: S.W. Nicolson, M. Nepi, & E. Pacini (Eds.), *Nectaries and Nectar*, 129-166. Springer.
- Neuer Botanischer Garten Göttingen (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/137324/09/2008>)
- Neukloster HH, Henker HH. (2005). Goldsterne und Stinsenpflanzen in Mecklenburg-Vorpommern. Teil 1. Die Goldsterne von Mecklenburg-Vorpommern unter besonderer Berücksichtigung kritischer und neuer Sippen. *Bot. Rundbr. Mecklenburg-Vorpommern* 39. 3-89

- Nieto Feliner, G. (1985) Estudio crítico de la flora orófila del suroeste de León: Montes Aquilianos, Sierra del Teleno y Sierra de la Cabrera. *Ruiza*, 2: 2-239
- Ninyerola M, Pons X y Roure JM. (2005). *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. ISBN 932860-8-7. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra. <http://opengis.uab.es/wms/iberia/mms/index.htm>
- Nishikawa, Y. (1998). The function of multiple flowers of a spring ephemeral, *Gagea lutea* (Liliaceae), with reference to blooming order. *Can. J. Bot.* 76(8):1404-1411.
- Nishikawa, Y. (1998). The function of multiple flowers of a spring ephemeral, *Gagea lutea* (Liliaceae), with reference to blooming order. *Can. J. Bot.* 76(8): 1404-1411
- Nordic Herbarium (S) (accessed through GBIF data portal, <http://data.GBIF.org/datasets/resource/102524/09/2008>).
- Noriega, J.A.; Santos, A. M. C.; Aranda, S.C. ; Calatayud, J.; Castro, Indradatta de; Espinoza, V. R.; Horreo, J. L.; Medina, N. G.; Peláez, M. L.; Hortal, J. (2015). ¿Cuál es el alcance de la crisis de la Taxonomía? Conflictos, retos y estrategias para la construcción de una Taxonomía renovada. *Revista IDE@-SEA* 9: 1-16 (2015)
- Núñez M. Sosa J.A. (1999). *Climatología de Extremadura (1961-1990)*. Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España, 218 pp.
- Nyman, C. F. 1882. *Conspectus florae europaeae. Supplementum II*: 303-304
- Nyman, C. F. 1882. *Conspectus florae europaeae*: 725-726

O

- Observations du Conservatoire botanique national du Bassin parisien. (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/110324/09/2008>)
- Ortega, A. Santos, M. Valtueña, F.J. & Rico, E. (2006). 10. *Scrophularia arguta* Aiton en el Occidente de la Península Ibérica. *Acta Botanica Malacitana*, 31: 239-240.
- Ortiz, S. & Rodríguez-Oubiña, J. (1987)-88. Apuntes sobre la flora gallega, VI. *Lazarro*, 10: 295-298
- Oureta, D. & Viejo, J.L. 1996. Contribución al conocimiento de la biología floral en *Gagea nevadensis* Boiss (Liliaceae): Antesis, visitas de insectos y oferta de néctar. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biología)* 92 (1-4): 231-237.
- Özhatay N. (2002). Diversity of bulbous monocots in Turkey with special reference to chromosome numbers. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4): 547-555.
- Özhatay, N. & Koçyiğit, M. (2009). Pollen morphology of *Allium* species (Liliaceae) in European Turkey and around Istanbul *Phytologia Balcanica* 15 (2): 199 – 208.

P

- Page JF. (1982). A *Gagea* discovery. *Quart. Bull. Alp. Gard. Soc.* 50. (4): 348-349 (1982)
- Palau Ferrer, P. (1952). Nuevas Estirpes Para La Flora De Baleares. *Anales Del Jar. Botánico A. J. Cavanilles* 11 (2):497-519.
- Palau Ferrer, P. (1952). Nuevas estirpes para la Flora de Baleares. *Anales del Inst. Botánico J. A. Cavanilles* , 11(2): 497-519
- Pallas, P. S. (1795). *Nov. Act. Acad. Petrop.* Vol X. pág. 309). (*Ornithogalum transversale* Pall.)[*Nova Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*].
- Pallas, P. S. 1795. *Ind Pl Taur* , *Nov Act Petrop* vol. X p. 309 (*Ornithogalum transversale*)
- Pallas, P. S. 1795. *Ornithogalum transversale* Pall. *Nov. Act. Acad. Petrop. Nova Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 10: 309.
- Parlatore, P. 1839. Nova *Ornithogali* species ex naturali liliacearum familia, *Diario l'occhio* 2: 85.
- Parlatore, P. 1839. Nova *Ornithogali* species ex naturli liliacearum familia. *Diario L'occhio* (11):84-86.
- Parlatore F. 1841. *Ann. De Sciens. Natur. Paris.* Mai 1841.
- Parlatore, P. 1845. *Gagea* Salisb. *Fl. Palerm.* 1: 276. Roma
- Parlatore, F. 1852. *Flora Italiana*, Vol. II (1852-1857): 418-431. Roma
- Pascher, A. 1904. Übersicht über die Arten der Gattung *Gagea*. *Sitzungsber. Deutsch. Naturwiss.-Med. Vereins Böhmen «Lotos» Prag* ser. 2, 24: 109-131.
- Pascher, A. 1906. Zur Kenntuis zweier mediterraneum Arten der Gattung *Gagea* (*G. foliosa* R. Sch, *G. peduncularis* Pasch). *Beih. Bot. Centralb.* 20 (2): 76-107.
- Pascher, Adolf (1881-1945) *Conspectus Gagearum Asiae.* Praga.
- Pascher, Adolf (1881-1945) *Gageae generis duae species novae indicae.* Praga.
- Pascher, Adolf (1881-1945) *Neue Arten und Varietäten der Gattung Gagea.* Praga.
- Pascher, Adolf (1881-1945) *Novae Gageae ex stirpe: Gagea bohemica s. ampl.* Praga.
- Pascher, Adolf (1881-1945) *Novae Gageae.* Praga.
- Pascher, Adolf (1881-1945) *Tres novae species asiaticae generis Gageae.*
- Pastor, J. 1987. *Gagea* Salisb. In: B. Valdés, S. Talavera & E. Fernández-Galiano (Eds.). *Flora de Andalucía Occidental* 3: 433-435. Ketres Editora S. A. Barcelona.
- Patterson T.B. & Givnish T.J. (2002). Phylogeny, concerted convergence, and phylogenetic niche conservatism in the core Liliales: Insights from rbcL and ndhF sequence data. *Evolution*, 56: 233-252.
- Pavlov VN. (1971). Obzor vidov roda *Gagea* Salisb. Zapadnogo Tyan-Shanya. (Conspectus specierum generis *Gagea* Salisb. florum Tjan-Schan occidentalis). *Novosti Sist. Vjyssh. Rast.* 7. 73-83 (1970 publ. 1971)
- Pedrol, J. J. Pino, J. Recasens & A. Tudela. (1998). Sobre la presencia de *Gagea foliosa* (Liliaceae) al territori sicòric. *Butll. Inst. Catalana Hist. Nat.* 66: 82-84.
- Pérez Chiscano, J.L. 1977. Aportación al estudio de las orquídeas de Extremadura. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 34:175-181
- Pérez-Badía, R. A. De La Torre, L. Serra & M. B. Crespo. (1994). Notas Corológicas sobre plantas alicantinas. *Fontqueria* 40: 25-29.
- Persoon. C.H. 1794. *Ann. Bot. (Usteri)* 11 : 8-9, tab. II, fig. 2. London
- Peruzzi L. (2003). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) sect. *Foliatae* A. Terracc. and synthesis of karyological data. *Caryologia*, 56(1): 115-128.
- Peruzzi L. (2004). Segnalazioni Floristiche Italiane: 1100. *Informatore Botanico Italiano* 36: 78-79.
- Peruzzi L. (2005). *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort. In: Conti F, Nepi C, Scoppola A, eds. *Notula* 1152. *Informatore Botanico Italiano* 37: 1173.
- Peruzzi L. (2006). Taxonomic considerations on the nomenclatural types of *Gagea rhodiaca* A. Terracc. and *G. reticulata* subsp. *africana* A. Terracc. (Liliaceae), kept at Pisa (PI). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie*, serie B, 113: 69-71.
- Peruzzi, L. (2008a). Hybridity as a main evolutionary force in the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae). *Plant Biosystems*, 142(1): 179-183.
- Peruzzi, L. (2008b). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of the genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae). III. New karyological data from the central Mediterranean area. *Cytologia*, 61(1): 92-106.
- Peruzzi, L. (2009). 104° Congresso della Società Botanica Italiana, pp 28-28, *Campobasso*, vol. unico, 2009
- Peruzzi, L. (2011). Nomenclatural novelties at sectional level in *Gagea* (Liliaceae) *Atti Soc. tosc. Sci. nat. Mem. Serie B*, 118: 23-24.
- Peruzzi, L. (2016). Species: easy to create, difficult to destroy. Croatian Botanical Symposium, 22-25 September 2016, Primosten, Croatia.
- Peruzzi, L. & Aquaro, G. (2005). Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (Liliaceae). II. Further karyological studies on Italian populations. *Candollea*, 60(1): 237-253.
- Peruzzi, L. & Bartolucci, F. (2006). *Gagea luberonensis* J.-M. Tison (Liliaceae) new for the Italian flora. *Webbia*, 61(1): 1-12.

- Peruzzi, L. & Caparelli, K.F. (2007). *Gagea peduncularis* (J. & C. Presl) Pascher (Liliaceae) new for the Italian flora. *Webbia*, 62(2): 261-268.
- Peruzzi L. & Gargano D. (2005). Distribuzione del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Calabria. *Informatore Botanico Italiano*, 37: 61–68.
- Peruzzi, L. & Gargajo, D. (2005). Distribuzione del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Calabria. *Informatore Botanico Italiano*, 37(2): 1117-1124.
- Peruzzi L. & Tison, J.M. (2004a). Verso una revisione biosistemica del genere *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italia. Un nuovo tipo di approccio. *Informatore Botanico Italiano*, 36(2): 470-475.
- Peruzzi L. & Tison J.M. (2004b). Typification and taxonomic status of eleven taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) described by Achille and Nicola Terracciano and conserved at Napoli (NAP). *Candollea*, 59 (2): 325-345.
- Peruzzi, L. & Tison, J.M. (2005). Typification and taxonomic status of six taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) described from Sicily and conserved at Palermo (PAL). *Candollea*, 60(2): 289-298.
- Peruzzi, L. & Tison, J.M. (2006). Typification of the names and taxonomic status of six taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) conserved at Firenze (FI). *Candollea* 61 (2): 293-303.
- Peruzzi, L. & Tison J. M. (2007)a. Typification of seven critical Mediterranean *Gagea* Salisb. (Liliaceae) taxa. *Candollea* 62: 173– 188.
- Peruzzi L. & Zarrei M. (2007b). Typification of some critical taxa of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from W Asia. *Candollea*, 62(2): 237-244.
- Peruzzi, L. Barolucci, F. Frignani F. & Minutillo, F. (2007a). *Gagea tisoniana*, a new species of *Gagea* Salisb. Sect. *Gagea* (Liliaceae) from central Italy. *Journal of the Linnean Society*, 155: 337-347.
- Peruzzi, L. Caparelli, K. F. & Cesca, G. (2007b). Contribution to the systematic knowledge of the genus *Ornithogalum* L. (Hyacinthaceae): morpho-anatomical variability of the leaves among different taxa. *Bocconea*. 21: 257-265.
- Peruzzi L. Peterson A. Tison J.M. Peterson J. (2007c). Phylogenetic relationships of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italy, inferred from molecular and morphological data matrixes, *XII OPTIMA Meeting*, pp 118-118, Pisa. (2007).
- Peruzzi, L. Peterson, A. Tison, J. M. Peterson, J. (2008a). Phylogenetic relationships of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Italy, inferred from molecular and morphological data matrices. *Plant Syst Evol*, 276: 219-234.
- Peruzzi, L. Tison, J. M. Peterson, A. & Peterson, J. (2008b). On the phylogenetic position and taxonomic value of *Gagea trinervia* (Viv.) Greuter and *Gagea* sect. *Anthericoides* A. Terracc. (Liliaceae). *Taxon*, 57 (4): 1201–1214.
- Peruzzi, L.; Leitch, I. J.; & Caparelli, K. F. (2009). Chromosome diversity and evolution in Liliaceae. *Annals of Botany*, 103(3):459-4751
- Peruzzi, L. Gestri, G. & Pierini, B. (2011a). Distribution of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Sardinia. —Fl. Medit. 21: 261-272. 2011. — ISSN: 1120-4052 printed, 2240-4538 online.
- Peruzzi, L., Peterson, A. Tison, J. M. & Harpke, D. (2011b). New light on phylogeny and taxonomy of the Eurasian *Gagea villosa*-*Gagea fragifera* complex (Liliaceae) *Nordic Journal of Botani*, 29: 722-733.
- Peruzzi, L. Domizia Nardi, F. & Siljak-Yakovlev, S. (2015). Genome size estimates for nine species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from the Mediterranean region. *Caryologia* 68, 4: 347-350.
- Peterman, 1846. Anal. Pfl.-Schlüss. *Gagea stenopetala* f. *grandiflora* Peterm. *Anal. Pfl.-Schlüss.*: 457 (1846).
- Peterson A. & Peterson J. (2004). Zum Taxonmischen Rang Zweier Kritischer Sippen Der Gattung *Gagea* In Mitteleuropa. *Mitt. floressit. Kart. Sachsen-Anhalt* 9:15-26.
- Peterson A. Peterson J. (1999). Genotypic differentiation on an individual level in *Gagea villosa* (M. Bieb.) Duby, *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawler and *Gagea bohémica* subsp. *saxatilis* (Koch) Pascher in Saxony-Anhalt using RAPD markers. *J. Appl. Bot.* 73: 228–233.
- Peterson, A. Bartish, I. V. and Peterson, J. (2002). Genetic structure detected in a small population of the endangered plant *Anthericum liliago* (Anthericaceae) by RAPD analysis. *Ecography*, 25: 677-684
- Peterson, A. John, H. & Koch, A. & Peterson, J. (2004). A molecular phylogeny of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Germany inferred from non-coding chloroplast and nuclear DNA sequences. *Plant Syst. Evol.* 245: 145–162.
- Peterson, A.; Levichev, I. & Peterson, J.M. (2008). Systematics of *Gagea* and *Lloydia* (Liliaceae) and infrageneric classification of *Gagea* based on molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46: 446-465
- Peterson, A. Harpke, D. Peruzzi, L. Levichev, I. G. Tison, J. M. & Peterson, J. (2009). Hybridization drives speciation in *Gagea* (Liliaceae). *Plant Syst Evol*, 278: 133-148.
- Peterson, A. Levichev, I.G. Peterson, J. Harpke, D. & Schnitt, M. (2011). New insights into the phylogeny and taxonomy of Chinese species of *Gagea* (Liliaceae)—speciation through hybridization. *Organisms Diversity and Evolution* 11: 387–407.
- Peterson, A. Harpke, D. Peterson, J. Harpke, A. and Peruzzi, L. 2019. A pre-Miocene Irano-Turanian cradle: Origin and diversification of the species-rich monocot genus *Gagea* (Liliaceae). *Ecology and*

Evolution. 9: 5870–5890.

- Pfeiffer, T. Klahr, A. Peterson, A. Levicev, I.G. & Schnittler, M. (2012)a. No sex at all? Extremely low genetic diversity in *Gagea spathacea* (Liliaceae) across Europe. *Flora*, 207: 372-378.
- Pfeiffer, T. , Harter, D. Formella, N. Schnittler, M. 2013. Reproductive isolation vs. interbreeding between *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl. and *G. pratensis* (Pers.) Dumort. (Liliaceae) and their putative hybrids in Mecklenburg-Western Pomerania (Germany). *Plant Species Biology*, 28, 3 : 193–203
- Pfossor, M. Wetschnig, W. Ungar S. & Prenner G. (2004). Phylogenetic relationships among genera of Massonieae (Hyacinthaceae) inferred from plastid DNA and seed morphology. *Journal of Plant Research*, 116 (2): 115-132.
- Phanerogamie (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/150624/09/2008>)
- Pignatti S. (1982). *Gagea* Salisb. in *Flora d'Italia*, (3): 352-356. Edagricole, Bologna.
- Pino Pérez, J.J. Silva-Pando, F.J. Camaño Portela, J.L. & Pino Pérez, R. (2008) Asientos corológicos LOU. (2006). *Boletín BICA*, 4: 23-26.
- Pinto Gomes, C. & Paiva Ferrera. R (2005) Flora e Vegetação, Barrocal Algarvio: Tavira-Portimao. 345pp
- Pitarch García, R. (2003-2005). Áreas de Especial Interés florístico y fitosociológico en las sierras orientales del Sistema Ibérico: la Palomita, Las Dehesas, El Rayo y Mayabona (Teruel). Teruel, 90 pp
- Pitarch García, R. (2004). Estudio de la flora y vegetación de las sierras orientales del Sistema Ibérico, La Palomita, Las Dehesa, El Rayo y Mayabona (Teruel). 209pp
- Plant observations from Białowieża National Park (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/186124/09/2008>)
- Plants (GBIF-SE:Artdatabanken) (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/103424/09/2008>)
- Podani, J. 1999. Extending Gower's general coefficient of similarity to ordinal characters. *Taxon* 48:331-340
- Pogan, E.; Wcislow, H. & Jankun, A. (1980). Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms Part XIII. *Acta Biologica Cracoviensia*, Series Botanica, 22: 37-69.
- Pogosian, A.I. (1977). Chromosome numbers in some species of monocotyledons from the Transcaucasia. *Botaničeskij Žurnal* (Moscow & Leningrad), 82(6): 117-118.
- Poldini L, Oriolo G, Vidali M. (2001). Vascular flora of Friuli-Venezia Giulia. An annotated catalogue and synonymic index. *Studia Geobotanica* 21: 3–227.
- Poldini L. (1991). Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia – Inventario floristico regionale. Udine: Arti Grafiche Friulane.
- Polunin, O. (1974). Guía de Campo de las Flores de Europa. 573-574 Ed. Omega
- Presl, J. & C. Presl, Delic. Prag.: 149 (1822). *Deliciae Pragenses*, *Historiam Naturalen Espectantes de Calve*, Sumtibus. J. S. Presl.
- Prosser F. (1993). Segnalazioni floristiche italiane: 717-721. *Inform. Bot. Ital.* 24. (3): 212-214 (1992 publ. 1993).
- Prugger O. (1980). Die Verbreitung des Wiesen-Gelbsternes, *Gagea pratensis* (Pers.) Dum. in Karnten. *Carinthia* II 90. 247 - 250 (1980) - map.
- Prugger O. (1983). Zur Verbreitung des kleinen Gelbsternes, *Gagea minima* (L.) Ker - Gawler, nebst Nachtragen zur Verbreitung des Wiesen - Gelbsternes, *Gagea pratensis* (Persoon) Dumortier. *Carinthia* II, 93. 119-122 (1983) - map.

Q

- Quezel, P. & Santa, S. (1962). *Gagea* Salisb. Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. 2: 197-199.

R

- Raabe E-W. 1980. Zu *Gagea pratensis*, dem Wiesen-Goldstern, in Schleswig -Holstein. *Kieler Not. Pflanzenenk. Schleswig-Holstein*, 12. (3-4): 50-55 (1980)- map.
- Raabe U. (1981). Goldsternvorkommen auf Friedhofen des ostlichen Munsterlandes. *Gottinger Flor. Rundbr.* 15. (4): 77 - 82 (1981) - map.

- Raabe U. (1983). Ackergoldstern (*Gagea villosa* (M.B.) Duby) und Wiesengoldstern (*Gagea pratensis* (Pers.) Dum.) auf Friedhofen des Munsterlandes Gottinger *Flor. Rundbr.*, 16. (3-4): 100-102 (1983)- map.
- Raabe U. (1988). Zum Vorkommen von Goldstern-Arten (*Gagea spec.*) und Wilder Tulpe (*Tulipa sylvestris*) auf Kirch- und Friedhofen im Raum Hamburg - Lauenburg. *Flor. Rundbr.*, 21. (2): 104-106 (1988).
- Raven, P. (1992). "The nature and value of biodiversity" In WRI, UICN, PNUMA, "Global Biodiversity Strategy", UCIN.
- Real Jardín Botánico (Madrid) (2008), Vascular Plant Herbarium (MA) (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/24024/09/2008>) (continuamente consultado).
- Rechinger KH. (1986). Six new species of *Gagea* (Liliaceae) from the flora Iranica area. *Pl. Syst. Evol.*, 153. (3-4): 287-292 (1986) -
- Reehinger, K. H. (1986). Six New Species of *Gagea* (Liliaceae) from the Flora Iranica Area 1. *Pl. Syst. Evol.*, 153: 287-292
- Reichenbach, H. G. L. , 1830. *Flora Germanica Excursoria*, 107. Berlin
- Reitsma, T. (1969). Suggestions towards unification of descriptive terminology of Angiosperms pollen grains. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 10: 39-60.
- Rey Benayas, J.M. & Scheiner, S.M. (2002). Plant diversity, biogeography and environment in Iberia: Patterns and possible causal factors. *Journal of Vegetation Science*, 13: 245-258.
- Reynaud, C.; Verlaque, R. & Filosa, D. (1993). Mediterranean chromosome number reports 3 (234--239). *Flora Mediterranea*, 3: 367-373.
- Rickett, H. W. (1985). Report of the Committee for Spermatophyta: Conservation of Generic Names I (Continued). *Taxon*, 7 (7 Sep.):184-193.
- Rico, E. (1981). Algunas plantas del noroeste cacereño. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 38:181-186
- Rico, E. (1982). Algunas plantas del noroeste cacereño II. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 38:485-490
- Richardson, I.B.K. (1978). *Gagea* in Tutin T.G. Burges N.A. Chater A.O. Edmondson J.R. Heywood V.H. Moore, Valentine D.H. Walters S.M. Webb D.A. *Flora Europaea*, 5: 26-28. Cambridge University Press, Cambridge.
- Richardson, I.B.K. . (1978). *Gagea* in Tutin T.G. Burges N.A. Chater A.O. Edmondson J.R. Heywood V.H. Moore, Valentine D.H. Walters S.M. Webb D.A. F. *Flora Europaea*, 5: 26-28
- Rigual, A. (1984). Flora y vegetación de la provincia de Alicante. Instituto de Estudios Juan Gil-Albert, Alicante.
- Rigueiro Rodríguez, A. & Silva-Pando, F. J. (1984). Aportaciones a la flora de Galicia, I. *Anales Jard. Bot. Madrid* 40 (2):385-395.
- Rita, J. G. Bibiloni & Llorens, L.L. (1985). Notas florísticas de las Islas Baleares (I). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 29: 129-133.
- Rivas-Martínez S. (1987). Memoria de Series de Vegetación de España. I.C.O.N.A. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Rivas-Martínez, S. Díaz, T. E. Fernández-González, F. Izco, J. Loidi, J. Lousã, M. & Penas, A. (2002). Vascular Plant Communities Of Spain And Portugal Addenda To The Syntaxonomical Checklist Of 2001. *Itinera Geobotanica* 15(1-2): 5-922.
- Rix E.M. (1984). *Gagea* Salisb. In: Davis P.A. Flora of Turkey 8: 312-327. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Rogers JA. (1980). The discovery in Wales of *Gagea bohémica*. *B.S.E. News*, no.30. 2 - 3 (1980)
- Romanov I.D. (1936). Die Embryosackentwicklung in der Gattung. *Gagea* Salisb. *Planta*, 25:438-459.
- Romero Buján, M.I. (2008). *Catálogo da Flora de Galicia. Monografías do Ibader*.
- Romero Zarco, C. (1986a). A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon*, 35(3): 526-530.
- Romero Zarco, C. (1986b). New Method for Estimating Karyotype Asymmetry. *Taxon*, 35(3): 526-530
- Röpert, D. (Ed.) (2000, continuously updated): *Digital specimen images at the Herbarium Berlinense*. Published on the Internet <http://ww2.bgbm.org/herbarium/default.cfm> [accessed 05/06/2008, 26/09/2008]
- Rouy, (1891). *Annot. Pl. Europ.* 1891. (*Gagea bohémica* β. gallica Rouy). Berlin
- Rudall PJ, Stobart KL, Hong W P, Conran JG, Funnell CA, Kite GC, Chase MW. (2000). Consider the lilies: systematics of Liliales. In: Wilson, K, L, Morrison, D, A ed(s). *Monocots: Systematics and evolution*. CSIRO: Melbourne, Australia. pp. 347-357.
- Rudyka, E.G. (1995). Chromosome numbers in vascular plants from the southern part of the Russian Far East. *Botaničeskij Žurnal* (Moscow & Leningrad), 80(2): 87-90.
- Ruiz Rejón, M. (1978). Estudios Cariológicos en Especies Españolas del orden Liliales. Iii. Familia Liliaceae. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 34 (2): 733-759.
- Ruiz, M. (1978). Estudios cariológicos en especies españolas del orden Liliales III. Familia Liliaceae. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 34(2): 733-759.
- Ruiz, T. (1984). Algunas plantas interesantes del Campo Arañuelo (Cáceres). *Studia Botánica* 3:305-307
- Ruiz, T. (1985). Algunas plantas interesantes de Campo Arañuelo (Caceres-Toledo) II. *Studia Botánica* 4:147-150

Ruiz, T. (1995). Liliaceae in Devesa *et al.* (1995), Flora y Vegetación de Extremadura: 628. Ed. Universitas
 Ruthe, R. 1. (1983). Verh. Bot. Vereins. Prov. Brandenburg 34:15 (Verhandlungen des botanischen
 Vereins der Provinz Brandenburg) *Botanischer Verein der Provinz Brandenburg*. Berlin.

S

- Saá, M. P. Díaz, E. Fernández, E. (2000). Analysis of fatty acids, proteins and ethereal extract in honeybee pollen — *Grana* 39:175-181.
- Saddiqi SA, Hashmi S. (1975). The development of female gametophyte in *Gagea persica* Boiss. *Geobios* (Jodhpur) 2. (2 - 3): 87 - 88 (1975) - Illus.
- Sagredo, R. (1975). Contribución Al Conocimiento De La Flora Almeriense. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 32 (2):309 -321.
- Sagredo, R. (1987). Flora de Almería. Plantas Vasculares de la Provincia. Diputación
- Sáenz Lain, C. . (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazarroa* 25: 93-112.GI
- Sakamura, T. & Stow, I. 1926. Über die experimentell veranlasste Entstehung chromosomenzahlen. *Japanese Jour. Bot.* 3(1): 111-137.
- Salisbury, R.A.F.R.S. 1806. On the Characters of a distinct Genus hitherto confounded with *Ornithogalum*, and called *Gagea*; with some Remarks on the Importance of the Inflorescence in distinguishing Genera, in König, C. F.L.S. & Sims, J. M.D. F.L.S. *Annals of Botany*, 2 (XXXIII): 553-557.
- Sampaio, G. (1932). Adições e correções a la Flora Portuguesa Bol. Soc. Brot. Ser. 2 7: 122.
- Sánchez Gómez, P. C. Fabregat, J. J. Herrero-Borgoñón & S. López (2000). Distribución de la flora vascular endémica, rara o amenazada en la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana. Conselleria de Medio Ambiente, Valencia.
- Sánchez Gómez, P. & al. (2003). Nueva flora de Murcia. Plantas vasculares. Diego Marín Librero Editor, Murcia.
- Sánchez Gómez P. López Espinosa, J.A. Hernández, A. Vera, J.B. & Jiménez, J. F. (2004). Aportaciones corológicas para la flora vascular del sureste ibérico. *Anales de Biología* 26: 169-174.
- Sánchez Gómez, P. & al. (2005). Estudio crítico de la flora vascular de la provincia de Alicante: Aspectos nomenclaturales, biogeográficos y de conservación. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. (En prensa).
- Sánchez Gullón, E. (1999). 65. Novedades corológicas para la provincia de Huelva, *Acta Botanica Malacitana*, 24: 242-247.
- Sánchez Martín, J. M. (2008). Módulo 1 Introducción a los SIG. Curso Especialista en Sistemas de Información Geográfica. Universidad de Extremadura.
- SANT herbarium vascular plants collection (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/22224/09/2008>).
- Sardinero, S. (1994). Estudio de la vegetación y de la Flora del macizo Occidental de la Sierra de Gredos (Sistema Central, España). Tesis Doctoral. Inéd. Universidad Complutense. Madrid.
- Schluter, D. & Ricklefs, R.E. (1993). Species diversity – An introduction to the problem. From RE Ricklefs & D Schluter (eds) *Species Diversity in Ecological Communities*. Univ of Chicago Press, Chicago.
- Schmid, R. 1988. Reproductive versus extra-reproductive nectaries—historical perspective and terminological recommendations. *Botanical Review*, 54, 179–232.
- Schnedler W (1972) Ein Vorkommen des Scheiden-Goldsternes (*Gagea spathacea* (Hayne) Gilib.) im Lahn-Dill-Gebiet. *Hess. Flor. Briefe*, 21 (2): 22-24 (1972)
- Schnedler W (1982) Über die beiden Goldstern-Arten unserer Acker, *Gagea pratensis* (Pers.) Dum. und *Gagea villosa* (MB.) Duby. *Göttinger Flor. Rundbr.* 16. (1-2): 29-34 (1982)- illus.
- Schnittler, M. Pfeiffer, T. Harter, D. & Hamann A. (2008). Bulbils contra seeds: reproductive investment in two species of *Gagea* (Liliaceae). *Plant. Syst. Evol.* 279: 29-40.
- Schnittler, M, Peterson A. Peterson, J. Beisenovad, S. Bersimbaevd, R.I. & Pfeiffer T. (2013). Minor differences with big consequences: Reproductive patterns in the genus *Gagea* (Liliaceae). *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 208, 10–12: 591–598.
- Schultes, f. (1830). *Gagea foliosa* Schult. f. in Roemer & Schultes, *Syst. Veg.* ed. 15 bis, 7(2): 1703.
- Schultz, F. W. (1862). Flora (Regensb.), 45: 459., *Gagea andegavensis* F.W. Schultz, 1862. *Flora* (Regensb.), 45: 459, nom. illeg.
- Schwartz. O. (1949). Mitteilungen der Thüringischen Botanischen Gesellschaft. Weimar. 1: 91 (1949). *Gagea pratensis* subsp. *stenopetala* (Fr.) O.Schwartz, *Mitt. Thüring. Bot. Ges.* 1: 91 (1949).
- Segura Zubizarreta, A. G. Mateo, & J.L. Benito Alonso (2000). Catálogo florístico de la provincia de Soria. 2ª edición corregida. 3:230-231. [http:// www.jolube.net](http://www.jolube.net)

- Selvi F. 2001. Segnalazioni Floristiche Italiane 1001–1004. *Informatore Botanico Italiano* 33: 33–35.
- Serra, L. (1993). Contribución al conocimiento de la flora de las sierras de Els Plans y el Rentonar (L'Alcoià-Comtat). Tesis de Licenciatura. Universidad de Valencia.
- Serra, L. C. Fabregat, J. J. Herrero-Borgoñón & S. López. (2000). Distribución de la flora vascular endémica, rara o amenazada en la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana. Conselleria de Medio Ambiente, Valencia.
- Serra, L. (2005). Estudio crítico de la flora vascular de la provincia de Alicante: Aspectos nomenclaturales, biogeográficos y de conservación. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante.
- Shamrov II, (1999) Razvitiye semyazachatka i semeni u nekotorykh predstavitelei poryadkov Liliales i Amaryllidales. (The ovule and seed development in some representatives of the orders Liliales and Amaryllidales.) *Bot. Zhurn.* 84. (2): 13-33 (1999) - illus.
- Shamrov II. (2000) Translocation pathways for metabolites in developing ovules of *Gentiana cruciata* L. , *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. , *Gagea stipitata* Merklin and *Luzula pedemontana* Boiss. et Reut. *Acta biol. cracov.* 61-77.
- Shi Z. Y. Zhang, L. Y. Li, X. L. Feng, G. Tian, C. Y. Christie, P. (2007). Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with desert ephemerals in plant communities of Junggar Basin, northwest China. *Applied Soil Ecology* 35(1):10-20
- King, S. J. & King, J.H. (2018). Updated molecular phylogenetic analysis, dating and biogeographical history of the lily family (Liliaceae: Liliales). *Botanical Journal of the Linnean Society*, Volume 187 (27):579–593, <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boy031>
- Skryabin, B. & Vassilacopoulou, D. (1993). A Simple and Fast Method for Cloning and Analyzing Polymerase Chain Reaction Products. *Gata*, 10(5): 113-115.
- Slater, F. M. Jun. (1990) *Gagea bohemica* . *The Journal of Ecology*, 78(2): 535-543
- Slob, A. Jekeltl B. Jong. B. de, & Schlatmann, E. (1974). On the occurrence of Tuliposides in the Liliiflorae. *Phytochemistry*, 14: 1997-2005
- Sneath, P.H. & R. R. Sokal, (1973). Numerical taxonomy. Freeman, San Francisco.
- Snow, R. (1963). Alcoholic hydrochloric acidcarmine as a stain for chromosome in squash preparations. *Stain Technol.* 38: 9-13.
- Sobko VG. (1971). Dva novykh vydy z rodu Liliaceae. (Two new species of the family Liliaceae). *Ukr. Bot. Zhurn.* 28. (4): 438-442 (1971)
- Sobko VG. (1974). Zirochky zernyasti (*Gagea granulosa* Turch.) na Ukraini. *Ukr. Bot. Zhurn.* 31. (1): 113-116 (1974)
- Solanas, J. L. (1990). Contribució al coneixement florístic de la Serra de Serrella (El Comtat-Marina Baixa). Tesis de Licenciatura. Universidad de Valencia.
- Sollman F.(1979). Nieuwe vindplaatsen van *Gagea villosa* (Bieb.) Duby in het rivierengebied. *Gorteria* 9. (7-8): 270 - 273 (1979) - map.
- Soo. (1971). *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae*. Budapest. N° 16: 3660-370 (1971).
- Sopova M, Starova U, Matveeva J. (1984). Study in the genus *Gagea*: 1. Cytotaxonomy of some *Gagea* species from Macedonia. *Fragm. Balkan. Mus. Macedon. Sci. Nat.*, 12. (7): 47-61.
- Speta, F. (1998). Hyacinthaceae.» Kubitzki, K. The families and genera of vascular plants, vol 3, Monocotyledons: Liliaceae (except Orchidaceae), *Royal Botanic Gardens*, 261-285, Berlin: Springer-Verlag.
- SPNF. (2008). Inventarie National du Patrimoine Naturel d'France. Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) http://inpn.mnhn.fr/isb/servlet/ISBServlet?action=Espece&typeAction=10&pageReturn=ficheEspeceDescription.jsp&numero_taxon=99194.
- Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Herbarium (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/110024/09/2008>)
- Stafleu, F. A. & Cowan, R.S. (1983). Taxonomic Literature. A selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types. Volume 4: P-Sak. 1983. *Regnum Vegetabile*, Vol. 110. IX, 1214 pp
- Stafleu, F.A. & Cowan, R. S. (2008). Taxonomic literature, ed. 2, <http://t2.idcpublishers.info/> (Consulta 05/05/2008).
- Stearn, W. T. (1966) Botanical latin. London.
- Stearns, S. C. (1989). The evolutionary significance of phenotypic plasticity. Phenotypic sources of variation among organisms can be described by developmental switches and reaction norms. *Bio Science*, 39 (7): 436-445.
- Stebbins, G. L. (1950). Variation and evolution in plants. Columbia Univ. Press, New York.
- Stebbins, G.L. (1971). Chromosomal evolution in higher Plants. Edward Arnold Pubsh. London.
- Stearn, N. T. . (1966). Botanical Latin. R. & R. Clark Ltd, London & Edinburgh.
- Stenar, H. (1927). Über die Entwicklung des siebenkernigen Embryosackes bei *Gagea lutea* Ker.Gawl. *Svensk. Bot. Tidskr.* 21(3): 344-360.

- Stepanov, N.V. & Muratova, E.N. (1995). Chromosome numbers of some taxa of higher plants of Krasnoyarsk territory. *Botaničeskij Žurnal* (Moscow & Leningrad), 80(6): 114-116.
- Stešević, D. (2006a). *Gagea chrysantha* (Jan) Schultes & Schultes fil. and *Linaria genistifolia* (L.) Miller subsp. *genistifolia* - two new taxa in the flora of Montenegro. In: International Symposium of Ecologists of Montenegro (2. (2006)). Proceedings of the Symposium (Eds. V. Pešić and S. Hadžiablahović), 69-72, Center for Biodiversity of Montenegro, Republic Institute for Protection of Nature of Montenegro, Natural History Museum of Montenegro and Institute for Marine Biology, Podgorica.
- Steven, Christian von (1781-1863). *Bulletin de la Société Imperiale des Naturalistes de Moscou*. Moscow, XXX. (1857) III. 81.
- Stevens, P. F. (2001). *Angiosperm Phylogeny Website*. Version 12, July 2012 [and more or less continuously updated since]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- Stieperaere H. (1972). *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. te Hertsberge (prov. West-VI. Belgie). *Gorteria* 6. (2): 24-27 (1972)
- Stojanović, J. Raca, I. Jevtić, J. Jušković, M. Randelović V. (2020). Comparative morpho-anatomical analysis of *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort.(Liliaceae) from Serbia and Montenegro. *Biologica Nyssana*, 10 (2): 125-133.
- Stroh, G. (1937). Die gattung *Gagea* Salisb. *Beihfte Botanisches Zentralblatt*. 57 (2): 485-520.
- Świerczyńska, J. Bohdanowicz, j. (2008). The cytoskeleton of the embryo-suspensor in *Gagea* SysTax (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/187524/09/2008>)
- Szczuka E, Skorzyńska-Polit E, Pawlikowska-Pawlega B, Sobieska J, Gawron A. 2006 Immunolocalization of lipoxygenase in the anther of *Gagea lutea* (L.) Ker.-Gaw. *Acta biol. Cracov. ser. Bot.* 48. 19-26.

T

- Takahashi H, Tani T (1997). Life history of the spring ephemeral, *Gagea lutea* (Liliaceae) in Sapporo, Hokkaido. *Miyabea* no.3. 17-26 (1997) - col. illus.
- Takhtajan AL. (1987). System of Magnoliophyta. Leningrad: Nauka.
- Tamura, M. N. (1998). Liliaceae in Kubitzki, K. The families and Genera of Vascular Plant, Vol. III Monocotyledons.
- Tekşen, M. & Karaman Erkul, S. (2015). The synopsis of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Turkey. *Phytotaxa*, 230(2), 101. doi:10.11646/phytotaxa.230.2.1
- Tenore, . Op. Cit. III: 370. (O. minimum var. c. Tenore Op. Cit. III: 370 (in observat. ad. O.luteum))
- Tekşen, M. & Karaman Erkul, S. (2016). *The synopsis of the genus Gagea (Liliaceae) in Turkey*. *Phytotaxa*, [S.l.], v. 230, n. 2, p. 101-129, oct. 2015. ISSN 1179-3163. Available at: <<http://www.biotaxa.org/Phytotaxa/article/view/phytotaxa.230.2.1>>. Date accessed: 30 Sep. 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.230.2.1>.
- Terracciano, A. (1904a). *Gagearum novarum* diagnoses. *Boll. Soc. Orticola di Palermo*, 2(3): 3-10.
- Terracciano, A. (1904b). Per la priorità delle mie *Gagearum novarum* diagnoses. *Boll. Soc. Orticola di Palermo*, 2(4): 1-7.
- Terracciano, A. (1905a). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della fl ora spagnola. *Bol. Soc. Aragon. Ci. Nat.* 4 (6, 7, 8): 188-253.
- Terracciano, A. (1905b). Le *Gagea* de lla flora portoghese. *Bol. Soc. Brot.* 20: 200-206
- Terracciano, A. (1905c). Les espèces du genre *Gagea* dans la flore de l'Afrique boréale. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 52, Mém. 2: 1-26.
- Terracciano, A. (1905d, 30 – Octobre). Revisione monografica delle specie di *Gagea* della flora spagnola, Palermo, 65.pp.
- Terracciano A. (1906). *Gagearum species florae orientalis*. *Bulletin de l'Herbier Boissier*, Sér. 2 6: 105-120.
- Thiers, B. (2016). [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/> (consultado continuamente)
- Tillich HJ. 1998. Development and organization. In: Kubitzki K, ed. The families and genera of vascular plants. III. Flowering plants – Monocotyledons, Liliaceae (except Orchidaceae). Berlin and New York: Springer-Verlag, 1-19.
- Timukhin, I. Tuneyev, B. & Levichev, I. (2010). *Gagea sphatacea* (Liliaceae) on the Black Sea slope of Caucasus. *Webbia*, 65 (1): 141-146.
- Tilton, V. R. Jul. (1981). Ovule Development in *Ornithogalum caudatum* (Liliaceae) with a Review of Selected Papers on Angiosperm Reproduction. II. Megasporogenesis. *The New Phytologist*, 88(3): 459-576
- Timukhin, I. Tuneyev, B. & Levichev, I. (2010). *Gagea sphatacea* (Liliaceae) on the Black Sea slope of Caucasus. *Webbia*, 65 (1): 141-146.

- Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/150924/09/2008>)
- Tischler, G. (1934). Die Bedeutungen der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erläutert an den Arten Schleswig-Holstein, mit Ausblicken auf andere Florengebiete. *Bot. Jahrb.* 67: 1-36.
- Tison J. M. (1996). Revision des *Gagea* du groupe bohemica en France. *Le Monde des Plantes*. 455: 11–17.
- Tison, J. M. (1997). Les *Gagea* du groupe lutea en France. *Le Monde des Plantes* 460 : 15-16.
- Tison J.M. (1998). *Gagea granatellii* (Parl.) Parl. en France. *Le Monde des Plantes*, 462: 1-6.
- Tison, J. M. & D. Jeanmonod. (2001a). *Gagea granatellii* (Parl.) Parl. In D. Jeanmonod & A. Schlüssel. Notes et contributions à la flore corse, XVII. *Candollea* 56: 151-152.
- Tison, J.M. (2001b). Typification de *Gagea cossoniana* Pascher, de *Gagea fragifera* (Vill.) Ehr. Bayer et G. Lopez et de *Gagea maroccana* (A. Terracc.) Sennen et Mauricio. *Candollea* 56(1): 197-202.
- Tison, J.M. (2002). *Gagea Salisb.* In Valdes, B. M. Rejdali, A. Achhal El Kadmiri, J. L. Jury & J. M. Monserrat (eds.), Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, incluant des clés d'identification. Checklist of vascular plants of N Morocco with identification keys 2: 855-856. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid.
- Tison J.M. (2004a). *Gagea polidorii* J.-M. Tison, espèce méconnue du sud-ouest des Alpes et des Apennins. *Acta Botanica Gallica*, 151(3): 319-326.
- Tison J.M. (2004b). Identité et situation taxonomique de *Gagea polymorpha* Boissier. *Candollea*, 59(1): 109-117.
- Tison J.M. (2004c). Contribution à la connaissance du genre *Gagea Salisb.* (Liliaceae) en Afrique du Nord. *Lagascalia*, 24: 67-87.
- Tison, J. M. (2009). An update of the genus *Gagea Salisb.* (liliaceae) in the Iberian Peninsula. *Lagascalia*, 29: 7-22.
- Tison, J.M. & Perret P. (2004). Typification d'*Ornithogalum pusillum* F. W. Schmidt et relations taxonomiques entre *Gagea pusilla* (F. W. Schmidt) Sweet, *Ornithogalum clusii* Tausch et *G. clusiana* Schult. & Schult. f. *Candollea*, 59(1): 103-108.
- Tison, J.M, Peterson, A. Harpke, D. & Peruzzi, L. (2012). Reticulate evolution of the critical mediterranean *Gagea* sect. *Didymobulbos* (Liliaceae) and its taxonomic implications. *Plant Syst Evol* (2012 on line, 2013 impres.) 299:413–438
- Tjio, J. H. & Levan, A. (1950). The use of oxiquinoleine in chromosome analysis, with appendix by Stalfelt, M. G. «The effect of oxiquinoleine on protoplasmk viscosity».
- Todaro, (1845). *Rariorum plantarum minusve recte cognitarum in Sicilia sponte provenientium decas i.* Palermo. *Tod. rar. pl. sie. decad. 1. p. 7 ex parte.* (*Ornithogalum foliosum* tod.)
- Tree of Life Web Project. (2001). Liliales. Version 01 January 2001 (temporary). <http://tolweb.org/Liliales/21332/2001.01.01> in The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org/>
- Tutin, T.G. Heywood, V.H. Burges, N.A. Valentine, D.H. Walters, S.M. Webb. D.A. (eds.) 1964-1980. *Flora Europaea* Cambridge University Press

U

- Uhríková, A. & Májovsky, J. (1978); Reports [In Löve, A. (ed.), IOPB chromosome numbers reports LXI]. *Taxon*, 27(4): 378-379
- Uhríkova, A. & Májovsky, J. (1980). In Chromosome number reports LXIX. *Taxon*, 29: 725-726.
- University Museums of Norway (MUSIT) (accessed through GBIF data portal, <http://data.GBIF.org/datasets/resource/199624/09/2008>)
- Uphof, J.C. Th. (1958). A review of the genus *Gagea Salisb.* I. *Plant Life* 14: 124–132.
- USGS (2007). Modelo digital de elevaciones procedente del Proyecto GTOPO30 del EROS Data Center del US Geological Survey. <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/Data/Datos.html> (Consulta 21/10/2007)

V

- Váchová, M. & Májovsky, J. (1978). Reports [In Löve, A. (ed.), IOPB chromosome numbers reports LXI]. *Taxon*, 27(4): 381-382.
- Váchová, M. (1980). Reports [In Löve, A. (ed.), IOPB chromosome numbers reports LXIX]. *Taxon*, 29(5): 724.
- Vaikos, N.P. & Pai, R.M. (1982). The floral anatomy of *Kniphofia uvaria* Hook. (Liliaceae: Kniphofieae). *Proc. Indian Acad. Sci* (Plant. Sci.), 91: 351-356

- Vaikos, N.P.; Markandeya, S.K. & Pai, R.M. (1989). Floral anatomy of the Liliaceae: Tribe Convallariae. *Proc. Indian Acad. Sci (Plant. Sci.)*, 99 (2): 91-95
- Valdés Franzi, A. (1984). Algunas plantas interesantes de la sierra de Gata (Cáceres) II. *Studia Botánica* 3:301-304
- Valdés, A. F. Alcaraz & D. Rivera (2001). Catálogo de plantas vasculares de la provincia de Albacete (España). Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel” de la Excm. Diputación de Albacete, Albacete.
- Valdés, B. S. Talavera, S. & Fernández-. Galiano, E. (eds.). (1987). Flora Vasculare de Andalucía Occidental. Ketres Ed. S.A. Barcelona
- Valdés B., Rejdali M., Achhal A., El Kadmiri S., Jury L. & Montserrat M. (eds), 82002). Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, S.I.C. Madrid, 2 vol.
- Valente, L. M, Savolainen, V. & Vargas, P. (2010). Unparalleled rates of species diversification in Europe. *Proc. R. Soc. B* 2010 277, 1489-1496 first published online 27 January 2010
- Van Campo, M.(1976). Patterns of pollen morphological variation within taxa — *Linn. Soc. Symp. Ser. I*: 125-137.
- Vardar, F. İsmailoğlu, I. Ünal, M. (2012). Embryological and cytological features of *Gagea bohemica* (Liliaceae). *Türk J Bot.* 36 (2012): 462-472.
- Vargas, P. & García, B. (2008). Plantas endémicas de la Sierra de Gredos (centro de España): aspectos taxonómicos, evolutivos y de distribución. *Anales Jard. Bot. Madrid* 65(2): 353-366.
- Vascular Plant Herbarium, Oslo (O) (accessed through GBIF data portal, <http://data.gbif.org/datasets/resource/107824/09/2008>).
- Vázquez, F. M. Aguilar, S. García, D. Ramos, S. Joyanes, A. Gutiérrez, M. Guerra, M.J. Rincón, S. & Blanco, J. (2006). Biodiversidad vegetal en los espacios adherados: Monocotiledóneas bulbosas. En Gestión ambiental y económica del ecosistema dehesa en la Península Ibérica. M Espejo, M. Martín, C. Matos y F. J. Mesías (Eds) Ed. Junta de Extremadura, Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico. Mérida
- Vázquez, F. M. Ramos, S. Lucas, A. B. García, D. Y Blanco, J. (2004). 138. Aportaciones a la Flora de Extremadura (España). In Fragmentos Taxonómicos, Corológicos, Nomenclaturales Y Fitocenológicos (135-145). *Acta Botánica Malacitana* 29: 255- 295.
- Venegas Parejo, F. M. Toboso Borrela, A. Rodríguez Martín, A. & Patón Domínguez, D. (2007) Análisis florístico de las plantas vasculares del Parque Nacional de Monfragüe (España). Junta de Extremadura.
- Vicioso Martínez, C. (1941). Materiales para el estudio de la flora soriana. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 2 (1):188-235.
- Villar, L. Sesé, J. A. Goni, D. Fernández, J. V. Guzmán, D. & Catalan, P. (1997) Sur la Flore endémique et menacée des Pyrénées (Aragon et Navarre). *Lagascalia*, 19 (1-2): 673-684
- Vir, D.U. & Kachroo, P. (1985). Chromosomal conspectus of some alpine-subalpine taxa of Kashmir Himalaya. *Chromosome Information Service*, 39: 33-35.
- VV. AA. , Lista Roja de Flora Vasculare Española (valoración según categorías UICN). Conservación Vegetal. Boletín de la Comisión de Flora del Comité Español de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza, 6 (extra): 11-38.

W

- Weeda E. J. (1979) Voorkomen en standplaats van *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. in Nederland. *Gorteria* 9. (7-8): 257 - 270 (1979) - map.
- Weibel, U. & Keel, A. (2004). Fachstelle Naturschutz Kanton Zurich. 2004. <http://www.naturschutz.zh.ch>.
- Weinert E. (1977). Was ist *Gagea pomeranica* Ruthe? *Mitt. Flor. Kart. Halle* 3. (1): 75 - 79 (1977).
- Westergaard, M. (1936). A cytological study of *Gagea spathacea* with a note on the chromosome number and embryo-sac formation in *Gagea minima*. *C. R. Trab. Lab. Carlsberg Physiol.* 21: 191-437.
- Wiland-Szymanska, J. Spring. (2001) The Genus *Hypoxis* (Hypoxidaceae) in Central Africa. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 88 (2): 302-350
- Willkomm, H. M. & Lange, J.M. (1862). *Prodromus florae Hispanicae*. Volumen I: 217-218
- Wittenberger G. (1977). Bemerkungen zu *Gagea pomeranica* Ruthe. *Mitt. Flor. Kart. Halle* 3. (2): 49 - 52 (1977).
- Wittenberger G. (1969) Die Verbreitung von *Gagea pomeranica* Ruthe in Mitteleuropa. *Bericht des Offenbacher Vereins für Naturkunde* 76: 34–36.
- Wolfe, L. M. (1998). Regulation of sex expression in desert and Mediterranean populations of an andromonoecious plant (*Gagea chlorantha*, Liliaceae). *Isr. J. Plant Sci.* 46 (1):17-25.
- Wunderlich R. (1936). Vergleichende Untersuchungen von Pollenkörnern einiger Liliaceen und Amaryllidaceen. — *Österr. Bot. Zeitschr.* 85: 30-55.

X

Xinqi, C. & Turland, N. J. (2000). *Gagea* Salisbury, in *Flora of China*, 24:117-121.

Y

Yoshie F. (2008). Effects of growth temperature and winter duration on leaf phenology of a spring ephemeral (*Gagea lutea*) and a summergreen forb (*Maianthemum dilatatum*). *J Plant Res.* 2008 Sep; 121(5):483-92

Yousaf, Z., Shinwari, Z.K., Asghar, R. & Parveen, A. (2008). Leaf epidermal anatomy of selected *Allium* species, Family Alliaceae from Pakistan. *Pak. J. Bot.* 40(1): 77-90.

Z

Zakirova, R.O. & Nafanailova, I.I. (1988). Chromosome numbers in some species of the Kazakhstan flora. *Botaničeskij Žurnal* (Moscow & Leningrad), 73: 1493-1494.

Zapalowicz, (1906). *Conspectus florae Galiciae criticus* 1: 168 (1906). *Gagea pratensis* var. *paczowskii* Zapal. *Consp. Fl. Gallie. Crit.* 1: 168 (1906).

Zarrei, M. & Zarre, S. (2005a). Pollen morphology of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Iran. *Flora*, 200: 96–108.

Zarrei, M. & Zarre, S. (2005b). A new species of *Gagea* (Liliaceae) from Iran. *Nord. J. of Bot.* 23:269-274.

Zarrei, M., Wilkin, P., Fay, M.F., Ingruille, M.J., Zarre, S. & Chase, M.W. (2009). Molecular systematic of *Gagea* and *Lloydia* (Liliaceae, Liliales): implications of analyses of nuclear ribosomal and plastid DNA sequences for infrageneric classification. *Annals of Botanic*, 104: 125-142.

Zarrei, M.; Zarre S.; Wilkin, P. & Rix, M. (2007). Systematic revision of the genus *Gagea* Salisb (Liliaceae) in Iran. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 154(4): 559-588.

Zarrei, M.; Wilkin, P.; Ingruille, M.J.; Zarre, S. & Chase, M.W. (2010). The systematic importance of anatomical data in *Gagea* (Liliaceae) from the Flora Iranica area. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 164:155-177.

Zarrei, M.; Wilkin, P. & Chase. (2011a). *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Iran: an updated species checklist. *Phytotaxa*, 15: 33-43. ISSN: 1179-3155.

Zarrei, M.; Wilkin, P.; Ingruille, M.J. & Chase, M.W. (2011b). A revised infrageneric classification for *Gagea* Salisb. (Tulipae; Liliaceae): insights from DNA sequence and morphological data. *Phytotaxa*, 15: 44-56. ISSN: 1179-3155

Zarrei, M., Wilkin, P., Ingruille, M.J., Leitch, I.J., Buerki, S., Fay, M. F. & Chase, M. W. (2012). Speciation and evolution in the *Gagea* reticulate Species complex (Tulipae, Liliaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 62: 624-639.

Zauschner (1776). *Abh. Privatges. Bohmen.* 2: 120, tab. 4. *Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen, Prag 1776* (*Ornithogalum bohemicum* Zauschner)

Zemskova EA & Levichev IG (1998a) *Chisla khromosom predstavitelei roda Gagea* (Liliaceae). (Chromosome numbers of the species of the genus *Gagea* (Liliaceae).) *Bot. Zhurn.* 83. (9): 136-138 (1998) -

Zemskova EA & Levichev IG. (1998b). Chromosome numbers of the species of the genus *Gagea* (Liliaceae). *Botanicheskii Zhurnal* 83: 136–138.

Zhao, L.Q. & Yang, J. (2006). *Gagea daqingshanensis* (Liliaceae), a new species from Inner Mongolia, China. *Annales Botanici Fennici*, 43: 223-224.

Zhao, Y.Z. & Zhao, L.Q. (2003). A new species of *Gagea* (Liliaceae) from Nei Mongol, China. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 41(4): 393-394.

Zhao, Y.Z. & Zhao, L.Q. (2004). *Gagea chinensis* (Liliaceae), a new species from Inner Mongolia, China. *Annales Botanici Fennici*, 41: 297-298.

Zhao, L.-Q. & Yang, L. (2006). *Gagea daqingshanensis* (Liliaceae) a new species from Inner Mongolia, china. *Ann. Bot. Fennici* 43: 223 - 224.

Zimmermann, J. G. 1932. Über die extraflorale Nectarien der Angiospermen. *Beihefte zum Botanisches Centralblatt.* 49: 99-196.

Zimmermann, W. (1976). *Evolución Vegetal.* 176 pp, Omega, Barcelona, ISBN 84-282-0450-0

Zolotukhin NI. (1982). *Rod Gagea Salisb. (Liliaceae) v gornom Altae.* (Genus *Gagea* Salisb. (Liliaceae) in Altae montano).

Zonneveld, B. J. M. te Linde, B. & van den Berg, L.-J. (2015). Genome sizes of 227 accessions of *Gagea* (Liliaceae) discriminate between the species from the Netherlands and reveal new ploidies in *Gagea*. *SpringerPlus*, 4(1).doi:10.1186/s40064-015-1167-4

11. INDICE DE FIGURAS

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 3	Fig. 3.1	Primeros iconos de <i>Gagea</i> (sub. <i>Ornithogalum</i>): 1.a. Fuch (1549), 1.b. Clusius (1601), y 1.c Morison (1680)./ 2. Primera descripción del género <i>Gagea</i> Salisb. Kon. & Sims, <i>Ann. Bot.</i> II, 555, 1806.	32
	Fig. 3.2	Árbol filogenético modificado de APG (2009) y “Tree of Life Web Project” (2001)	37
	Fig. 3.3	Árbol evolutivo de la Tribu Gageae propuesto por Levichev, 2007 (reprod. Levichev & Jezniakowsky, 2008).	38
	Fig. 3.4	Mapa de distribución mundial del género <i>Gagea</i> (reprod. Peterson <i>et al.</i> 2019).	39
	Fig. 3.5	Esquema clasificatorio especies presentes en la Península Ibérica para las que existen análisis moleculares (modif. de Patterson & Givnish, 2002; Peterson <i>et al.</i> , 2008; Peruzzi <i>et al.</i> , 2008a; Peruzzi, 2011; Zarrei <i>et al.</i> , 2011).	41
	Fig. 3.6	Esquema general del ciclo anual una especie tipo de <i>Gagea</i> Salisb. presente en la Península Ibérica.	44
	Fig. 3.6	Figuras recogidas por Halbritter (2000) en PalDat - a palynological database, para los granos de polén de <i>Gagea lutea</i> L. (a) deshidratados , (b) grano de polen en visión polar(distal) (c) grano de polen en visión (d) detalle de la apertura, (e) detalle de la exina.	51
CAPÍTULO 5	Fig. 5.1	Diseño experimental seguido en el desarrollo de la Tesis.	65
	Fig. 5.2	Prospecciones realizadas entre los años 2007/2019 donde se localiza la presencia de <i>Gagea</i> (UTM 10x10), integrándose como materiales de estudio.	70
	Fig. 5.3	Esquema de caracteres morfológicos biométricos utilizados sobre un ejemplar tipo del género <i>Gagea</i>	74
	Fig. 5.3	Esquema de metodología de trabajo realizado en el procesamiento de muestras anatómicas	77
CAPÍTULO 6	Fig. 6.1.1	Mapa 1. Distribución gráfica de las poblaciones encontrada de <i>Gagea cossoniana</i> Pascher en la Península Ibérica.	86
CAPÍTULO 6.1	Fig. 1.	<i>Gagea cossoniana</i> Pascher (B).	86
	Fig. 2.	Fotografía de una de las poblaciones extremeñas de <i>Gagea granatelli</i> (Parl.)Parl. en el Sur de Badajoz.	88
CAPÍTULO 6.2	Fig. 6.2.1	Fig. 1 Distribución de <i>G. pratensis</i> . a nivel mundial, nacional o regional. (Arg.Gis.9.0)	93
	Fig. 6.2.2	Fig. 2 Rango altitudinal de <i>G.pratensis</i> , a través de SIG	94
	Fig. 6.2.3	Fig. 3 Modelos de distribución potencial para <i>G.pratensis</i> en 1950 (izquierda) /2015 (derecha), representado a través de la barra incertidumbre según el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt ®).	96
CAPÍTULO 6.3	Fig. 6.3.1	Grafico 1. Distribución del grado de ploidía, encontrado en el análisis de los datos recogidos en el Apéndice I, para los recuentos cromosómicos conocidos en el género <i>Gagea</i> Salisb. (N=12).	110
	Fig. 6.3.2	Gráfico 2. Distribución del porcentaje de autoploiploides (2n+4n+8n) y aloploiploides (3n+5n+6n+12n) encontrado en el análisis de los datos recogidos en el Apéndice I, para los recuentos cromosómicos conocidos en el género <i>Gagea</i> Salisb. (N=12)	112
	Fig. 6.3.3	Gráfico 3. Distribución de las ploidías en el género <i>Gagea</i> Salisb., discriminando dos tipos de origen de autoploiploides: de origen autoploiploide (4n+8n) y de origen aloploiploide (6n+12n). No se estiman los poliploides 5n.	113
	Fig. 6.3.4	Gráfico 4. Distribución del grado de ploidía, encontrado en el análisis de los datos recogidos en el Apéndice I, para las secciones <i>Gagea</i> y <i>Didymobulbos</i> , dentro del género <i>Gagea</i> Salisb. (N=12).	113

	Fig. 6.3.5	Gráfico 5. Distribución del porcentaje de autopoliploides (2n+4n+8n) y alopoliploides (3n+5n+6n+12n) encontrado en el análisis de los datos recogidos en el Apéndice I, para los grupos Didymobulbos y Gagea con los recuentos cromosómicos conocidos del género Gagea Salisb. (N=12)	113
	Fig. 6.3.6	Gráfico 6. Distribución de las ploidías en las secciones Gagea y Didymobulbos, discriminando dos tipos de origen de autopoliploides: de origen autopoliploide (4n+8n) y de origen alopoliploide (6n+12n). No se estiman los poliploides 5n.	114
CAPÍTULO 6.4	Fig. 6.4.1	<i>Gagea fragifera</i> (Vill.) Ehr. Bayer & G. López. Spain, Granada, Sierra Nevada, 01-Jun-2009, M. Gutiérrez (kariological photography in Leica DMRB confocal microscopy, x100; HSS-AC 032).	129
	Fig. 6.4.2	<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort. Spain, Teruel, Bronchales, 24-Feb-2009, M. Gutiérrez (kariological photography in Leica DMRB confocal microscopy, x100; HSS; HSS-AC 033).	129
	Fig. 6.4.3	<i>Gagea reverchonii</i> Degen. Spain, Soria: Puerto de Oncala, 27-Mar-2009, M. Gutiérrez (kariological photography in Leica DMRB confocal microscopy, x100; HSS; HSS-AC 022)	130
	Fig. 6.4.4	<i>Gagea bohémica</i> subsp. <i>saxatilis</i> (Mert. & W.D.J.Koch) Asch. & Graebn. Spain, Almería, Calar Alto, 09-Apr-2009, M. Gutiérrez. (kariological photography in Leica DMRB confocal microscopy, x100; HSS-AC 032).	130
CAPÍTULO 6.5	Fig. 6.5.1	Fig. 1. Images of nectaries sections in <i>Gagea elliptica</i> (A. Terrac.) Prain observed in transversal section (A, 20x) (1: external tepal, 2: internal tepal), or longitudinal section (B 5x/B' 20x).	138
	Fig. 6.5.2	Fig. 2. Images of nectaries diversity in <i>Gagea elliptica</i> (A. Terrac.) Prain in SEM (A: external tepal, B: internal tepal (From: Fuentes Leon population). Bars indicant 1 position 100 µm; 2 position 10 µm.	138
CAPÍTULO 6.6	Fig. 6.6.1	Figura 1. Mapa de distribución de <i>Gagea extremadurensis</i> M. Gutiérrez & F.M. Vázquez en la Península Ibérica.	146
	Fig. 6.6.2	Figura 2. Iconografía de <i>Gagea extremadurensis</i> M. Gutiérrez & F.M. Vázquez. a: planta madura de más de 2 años; a': planta madura de hasta 2 años; a'': planta inmadura de hasta 1 año; a''': planta madura sólo con reproducción asexual; b: flor; c: bulbillo; d: secciones de hojas radicales: 1ª hoja radical (d'), 2ª hoja radical (d). Las barras indican 1 cm, salvo en c, que indica 0,3 cm. (HSS 36762 y HSS 44257 (a'))	149
	Fig. 6.6.3	Lámina A. Sección transversal de hojas radicales primarias (5x, escala 200 µm) y detalle de haces vasculares laterales (20x, escala 100 µm). A, A': <i>G. foliosa</i> (HSS-A251 MA: Ketama), B, B': <i>G. granatelli</i> (HSS-A40 HS, Ba: Bienvenida), C, C': <i>G. lusitanica</i> (HSS-A213, PT, BB: Castelo Branco), D, D': <i>G. extremadurensis</i> (HSS-A38, HS, Ba: Sierra Zarzacapilla). Las barras indican 0,1 mm.	153
	Fig. 6.6.4	Lámina B. Sección transversal de hojas radicales secundarias (5x, escala 200 µm) y detalle de haces vasculares laterales (20x, escala 100 µm). A, A': <i>G. foliosa</i> (HSS-A251 MA: Ketama), B, B': <i>G. granatelli</i> (HSS-A40 HS, Ba: Bienvenida), C, C': <i>G. lusitanica</i> (HSS-A213, PT, BB: Castelo Branco), D, D': <i>G. extremadurensis</i> (HSS-A38, HS, Ba: Sierra Zarzacapilla). Las barras indican 0,1 mm.	154
	Fig. 6.6.5	Lámina C: Granos de polen y detalle superficie de la exina en taxones relacionados con <i>G. extremadurensis</i> en microscopia electrónica (5500x-12000x) A: <i>G. foliosa</i> (SALA 92927, ARG: Dijurdjura), B: <i>G. granatelli</i> (HSS-P035 HS: Ba: Bienvenida), C: <i>G. lusitanica</i> (HSS-C264, PT, BB: Castelo Branco), D: <i>G. extremadurensis</i> (HSS-P020, HS: Ba: Nogales). Las barras indican 1 ηm.	155
	Fig. 6.6.6	Lámina D: Imágenes de varias poblaciones extremeñas de <i>G. extremadurensis</i> . a: Hs, Ba: Sierra de Zarzacapilla, b: Hs, Ba: Oliva de Mérida, Sierra de Utrera	156

CAPITULO 6.7	Fig. 6.7.1	Fig. 1.- Plates obtained in flowers of Cabeza la Vaca (Badajoz) and conserved in HSS herbarium by HSS-AC 035 and caryogram obtained of <i>Gagea pseudofoliosa</i> (Scale 5 μ m).	.....	166
	Fig. 6.7.2	Fig. 2 a. - (1) Stages mature individuals diversity (a: young; b: mature middle size, c: mature big size) (Scale 5 cm). (a) Detail of flower. (b) Detail of mature flower. (c) Detail of fruit. (d) Detail of gynoeceium and androeceium. (e) Detail of asexual replacement bulbils (Scale 5 mm).	.....	167
	Fig. 6.7.3	Fig. 2 b.- (2) Stages asexual reproduction individuals (a: young; b: mature) (Scale 5 cm). (f) Detail of cluster of axils bulbils in cauline leaf. (g) Cauline leaves sections diversity [1 (Ba: Fuentes León, 05/03/2009*) 2(Ba: Ctra. Cabeza Vaca a Tentudía, 05/04/2010*), 3 (Ba: Fuentes León, 05/03/2009*), 4 (Hu: Arroyomolinos de León, 09/03/2009*)] distinguishing radical leaf 1 (') and radical leaf 2 (") (Scale 1 mm).	.....	168
CAPITULO 6.8	Fig. 6.8.1	Fig. 1.- Sección transversal de hojas basales de <i>Gagea durieui</i> Parl. (1 hoja basal menor, 2 hoja basal mayor en ejemplares maduros), en diferentes poblaciones estudiadas (A004: HS, Ma: Sierra de Málaga; A007: HS, Ma: Sierra de Mijas; A009: Ma: Alora, proximidades).	.....	183
	Fig. 6.8.2	Mapa 1: Distribución de <i>Gagea durieui</i> Parl.	.....	189
	Fig. 6.8.3	Fig 2. Icono de <i>Gagea durieui</i> subsp. <i>Durieui</i> Parl.	.....	190
	Fig. 6.8.4	Fig. 3 Icono de <i>G. durieui</i> subsp. <i>magrebensis</i> M. Gutiérrez & F.M.Vázquez	.....	191
	Fig. 6.8.5	Fig. 4. Imágenes en campo de poblaciones peninsulares de <i>Gagea durieui</i> Parl. y <i>G. durieui</i> subsp. <i>magrebensis</i>	.....	197
CAPITULO 6.9	Fig. 6.9.1	Graphic 1: UPGMA of Jaccard's indices Similarity and Disimilarity	.....	206
	Fig. 6.9.2	Graphic 2: Dendrogram showing the clustering of similarity of Gower's coefficient in <i>G. wilczekii</i> , <i>G. algeriensis</i> , <i>G. dutoitii</i> , <i>G. cossoniana</i> , and <i>G. subtrigona</i> (Ginkgo Software ®).	.....	206
	Fig. 6.9.3	Graphic. 3: Quantitative characters with significant difference in <i>G. wilczekii</i> , <i>G. algeriensis</i> , <i>G. dutoitii</i> , <i>G. cossoniana</i> , and <i>G. subtrigona</i> . a. Length of bulbils (mm); b. Floral peduncle (cm); c. Length tepals (mm); d. Length escape (cm)	.....	209
	Fig. 6.9.4	Fig. 1. Cross section of basal leaves (5x, scale 200 μ m) a. <i>G. cossoniana</i> (HSS-A 184, HS, BA: Valle de Santa Ana); b. <i>G. dutoitii</i> (HSS-A 70: HS, GR: La Calahorra), c. <i>G. wilczekii</i> (HSS-A 255: MO: Azrou). d. <i>Gagea subtrigona</i> (HSS-A 78, HS, Ja: Sierra Magina). The bars indicate 0.1 mm.	.....	211
	Fig. 6.9.5	Fig. 3. Icons of <i>Gagea dutoitii</i> Maire & Wilczek enmend. M.Gutiérrez, D. Abel & F. Llera.	.....	216
	Fig. 6.9.6	Fig. 4 Lectotypus of <i>Gagea dutoitii</i> Maire & Wilczek enmend. M.Gutiérrez, D. Abel & F. Llera	.....	217
	Fig. 6.9.7	Fig. 5. Lectotypus of <i>G. mauritanica</i> var. <i>hispanica</i> Lange	.....	218
	Fig. 6.9.8	Fig. 7. Lectotypus of <i>Gagea wilczekii</i> Maire & Wilczek.	.....	219
	Fig. 6.9.9	Fig. 8. Photography of the habitat, and flowers of <i>G. wilczekii</i> in Morocco (Jbel Lkest, sommet de l'Afa-n-Tmezgadiwine (Anti-Atlas occidental). Photography by Fouad Msanda (Plant Biodiversity of South-western Marocco, 2019).	.....	221
	Fig. 6.9.10	Fig. 9. Photography of the habitat, floral buttons, gateway and flowers of <i>G. dutoitii</i> comb nov. (Granada, La Calahorra, 09-04-2009. Photography by M Gutiérrez.	.....	221

CAPITULO 6.10	Fig. 6.10.1	Fig. 1. Representación de PCA mix (coef. Gowen) de los parámetros biométricos estudiados en las especies presentes en el Suroeste Peninsular	235
	Fig. 6.10.1	Fig. 2. Analisis de varianza de los caracteres morfológicos estudiados, según el del valor estadístico(coef. Levene) (n=11.000)	239
	Fig. 6.10.1	Fig 3. Fotografía de <i>G. prantensis</i> en Castañar de Ibor (Cc) 12/03/2019, flor (a),y fructificación en La Garganta (Cáceres). 09-04-2007 (b)	243
	Fig. 6.10.1	Fig 3. <i>Gagea apulica</i> J.M. Tison & L. Peruzzi, en Retamal (Ba) (16/03/2020). Detalle de la planta (a), pliego herborizado (b), flor (c), bulbillos asexuales (d) y sección de hojas basales (e).	245
	Fig. 6.10.1	Fig 4a. <i>Gagea cossoniana</i> Pascher, en Valle de Santa Ana (Ba) (9/03/2020). Detalle de la planta (a) bulbos (b) flor (c), y sección de hojas basales (d).	247
	Fig. 6.10.1	Fig 4b. Lectotipo propuesto para <i>Gagea cossoniana</i> Pascher, conservado en PR, y estudiado por Pascher (<i>Agakauoublagh —Mont Omahou (Tazeroualt S. W. Marokko). Pays montagneux a 1 journée de marche au NE du Tazeroualt, Sud-Ouest du Maroc. Mardochee, 1876, herb. Cosson / Gagea cossoniana Pascher/ n. sp. Det. A.P.. litt.(PR)</i>)	248
	Fig. 6.10.1	Fig 6 Detalles de <i>G. cossoniana</i> subsp. <i>elyptica</i> M. Gutiérrez, D. Abel & F. Llera en Fuente del Maestre (Ba), detalle de la planta (a), detalle de morfología de hojas basales (b), flor (c). Sección de hojas basales (c) en Alconera, Puerto de Calatrava, 29SQC25, Matorral mediterráneo sobre suelos calizos, 9 -3 -2010 (HSS-A186), y sección de hojas basales en Ctra. Cabeza la Vaca a Tentudia, 05-04-2010 (HSS-AC246) (e).	250
	Fig. 6.10.1	Fig 5. <i>Gagea extremadurensis</i> M.Gutiérrez & F. M. Vázquez, en Retamal de Llerena, proximidades del cruce entre Higuera de la Serena-Campillo, 30STH57, Pizarras, 29 -3 -2018, Recol.M. Gutiérrez & A. Martínez. Detalle del bulbo (a), pliego herborizado (b), y sección de hojas basales (c) Zarzacapilla, 15-03-2019 (Ba) (HSS-A 38) y (d) sección de hojas basales de la población Guadajira, 11-03-2009 (HSS-A 38).	252
	Fig. 6.10.1	Fig 7. Imagen de <i>G.granatelli</i> Parl., situada en la Sierra de La Parra (Badajoz). Detalle de la planta (a), bulbillos asexuales (b) y sección de hojas basales (c).	254
	Fig. 6.10.1	Fig. 8. Detalle de las poblaciones extremeñas de <i>Gagea lacaitae</i> A.Terrac. en Feria (Badajoz). 08-03-2008, (a) planta (b) detalle flor y (c) sección de hojas basales (HSS- AC 287)	256
	Fig. 6.10.1	Fig. 9 Imágenes de <i>G. lusitanica</i> A. Terrac. presente en Cornalvo (Ba): flor, grupo de bulbillos asexuales, porte, y sección anatómica de hojas basales (HSS-AC39)	258
	Fig. 6.10.1	Fig.10 Imágenes de <i>G.pseudofoliosa</i> en Fuente de León 31 -3 -2009: flor, porte, grupo de bulbillos asexuales, y sección anatómica de hojas basales (HSS-AC17)	260
	Fig. 6.10.1	Fig. 11. Imágenes de características morfológicas y anatómicas de <i>G. ramulosa</i> A. Terrac. presentes en sierras calcáreas de Extremadura y Portugal (a) planta completa, (b) ejemplar herborizado, (c) detalle de la flor, (d) detalle de sistema de bulbillos subterráneos y (e) sección de hojas basales.	262
	Fig. 6.10.1	Fig 12. Imágenes de <i>G. soleirolii</i> en población de Gredos (a) planta, (b), (c) sección de hojas basales d población de y (d) sección de hojas basales de población de	264
	Fig. 6.10.1	Fig 12. Imágenes de <i>G. subrigona</i> J. M. Tison <i>comb. nov.</i> M. Gutiérrez & F. M. Vázquez, en población de Alconera, Puerto de Calatrava (Ba), 9 -2 -2010, (a) planta, (b), bulbillos, y (c) sección de hojas basales	266

12. INDICE DE TABLAS

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 3	Tabla 3.1	Clasificación taxonómica de <i>Gagea</i> Salisb. (modif. Cronquist, 1981).	.....	35
	Tabla 3.2	Recopilación de caracteres morfológicos de interés taxonómico (modif. de Tison <i>et al.</i> , 2012)	.....	49
	Tabla 3.3	Datos polínicos de taxones ibéricos recogidas en varias publicaciones previas (Diez <i>et al.</i> , 1985a, 1985b; Diez, 1987; Zarrei & Zarre, 2005) (* datos no correspondientes a poblaciones ibéricas)	.....	52
	Tabla 3.4	Datos cariológicos de taxones presentes en la Península Iberica, según diversas fuentes bibliográficas. Se recoge especie, recuento cromosómicos, locus de estudio (en negrita, locus correspondientes a la P. I.) y referencia bibliográfica.	.....	54
	Tabla 3.5	Diversidad del género <i>Gagea</i> Salisb. en las diferentes regiones geográficas (modif de Levichev, 1999; Peterson <i>et al.</i> 2019). Datos peninsulares incluyendo subespecies (López, 2013).	.....	55
CAPÍTULO 5	Tabla 5.1	Herbarios con material herborizado del género <i>Gagea</i> Salisb. Objeto de estudio ((Holmgren & Holmgren, 1998; Thiers, 2016).	.....	68
	Tabla 5.2	Recopilación de caracteres morfológicos biométricos de interés taxonómico (modif. de Tison <i>et al.</i> , 2012)	.....	73
CAPITULO 6.2	Tabla 6.2.1	Tabla 1.- Rango altitudinal de <i>G.pratensis</i> , a través de SIG.	.....	94
	Tabla 6.2.2	Tabla 2.- Histograma altitudinal de <i>G.pratensis</i> en Península Ibérica en base a la información recopilada	.....	95
	Tabla 6.2.3	Tabla 3.- Condiciones climáticas en las poblaciones extremeñas de <i>G.pratensis</i>	.....	95
CAPITULO 6.3	Tabla 6.3.1	Apendice: Distribución de los recuentos cromosómico conocidos para el género <i>Gagea</i> Salisb.	.....	121
CAPITULO 6.5	Tabla 6.5.1	Table 1. Size, position, and morphology of the nectaries types, in <i>Gagea elliptica</i> (A.Terrac.) Prain, from two Extremadura (Spain) populations (Fuentes de León and La Parra) (Size nectary in 300x, cell size in 500 x, n=80).	.....	137
CAPITULO 6.6	Tabla 6.6.1	Tabla 1. Caracteres morfológicos para la segregación de <i>Gagea extremadurensis</i> de taxones próximos. (HR: hojas radicales, HC: hojas caulinares).	.....	143
	Tabla 6.6.2	Tabla 2. Distribución de los caracteres anatómicos en cada una de las especies estudiadas del género <i>Gagea</i> Salisb., con separación para la 1ª hoja radical (HR1) y la 2ª hoja radical (HR2). (Apéndice 1)	.....	148
	Tabla 6.6.3	Tabla.3. Medidas de granos de polen en visión polar de distintas especies ((E1(largo) x E2(ancho) (µm)) de poblaciones confirmadas a través de microscopia óptica: (<i>G. granatelli</i> : P035 Hs, Ba: Bienvenida; <i>G. foliosa</i> : Marruecos; <i>G. lusitanica</i> : C264, POR: BB: Castelo Branco; <i>G. extremadurensis</i> : (1)C270 Hs, Ba: Hornachos; (2)C75 Hs, Ba: Zarzacapilla). n=50 en todos los casos.	.....	151
	Tabla 6.6.4	Tabla 4. Distribución del tamaño máximo del retículo en la exina del grano de polen, para las especies de <i>Gagea</i> Salisb., relacionadas con <i>G. extremadurensis</i> (media±desviación estándar; n=20).	.....	152

CAPITULO 6.7	Tabla 6.7.1	Table 1.- Asymmetry indexes and long. ranges in chromosomes analysis and classification of chromosomes by Levan <i>et al.</i> (1964) of <i>Gagea pseudofoliosa</i>	.....	166
	Tabla 6.7.2	Table 2.- Characteristics for the segregation of <i>Gagea pseudofoliosa</i> and related taxa.	.....	169
CAPITULO 6.8	Tabla 6.8.1	Tabla 1. Caracteres morfológicos destacables entre <i>G. durieni</i> , <i>G. elliptica</i> , <i>G. foliosa</i> , <i>G. chrysantha</i> y <i>G. soleirolii</i>.	.....	180
	Tabla 6.8.1	Tabla 2. Diferencias anatómicas de secciones transversales en hojas basales entre <i>G. durieni</i> , <i>G. elliptica</i> , y <i>G. foliosa</i>.	.....	181
CAPITULO 6.9	Tabla 6.9.1	Table 1: Parameters and values included in data matrix with quantitative and qualitative characters, included in taxa of <i>G. wilczekii</i> group. Studied, as operational taxonomic units (OTU).	.....	205
	Tabla 6.9.2	Table 2: Morphological features of <i>G. wilczekii</i> group. statically analyzed in SPSS 19.0®, *Sig p<0.05 (n=2334)	.....	207
	Tabla 6.9.3	Table 3.- Characteristics for the segregation of <i>Gagea dutoitii</i> and related taxa (B: Bulb complex, 1CH: 1st Caulinar Leave, 2CH: 2nd Caulinar Leave; BR: Bracteal Leave).	.....	215
CAPITULO 6.10	Tabla 6.10.1	Tabla 1 Medias estadísticas, desviación típica y rangos de variación de los caracteres biométricos estudiados en los taxones del género <i>Gagea</i> Salisb. presentes en el Suroeste Penínsular.	.....	237
	Tabla 6.10.2	Tabla 2 Patrones reproductivos de los taxones del género <i>Gagea</i> Salisb. presentes en el Suroeste Penínsular: conjunto bulboso, morfotipos o cuerpos de reproducción asexual. Morofología de bulbilos asexuales según clasificación de Schnittler <i>et al.</i> , 2013.	.....	239
	Tabla 6.10.3	Tabla 3. Valores estadísticos de caracteres estudiados para el género <i>Gagea</i> Salisb. En el Suroeste Peninsular, según el análisis de varianza (contraste Levene) XLSTAT-R ©	.....	241

