

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

María Gutiérrez Esteban & Francisco María Vázquez Pardo

Grupo HABITAT. Sección de Producción Forestal y Biodiversidad. Centro de Investigación La Orden. Consejería de Economía, Comercio e Innovación. Apartado 22. C.P. 06080. Badajoz (España).  
Email: margutes@hotmail.com

## **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.

Gutiérrez, M. & Vázquez, F.M. 2011. *Gagea extremadurensis* sp. nov. (Liliaceae) nueva especie del SW de la Península Ibérica. *Folia Bot. Extremadurensis* 5: 45-61.

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

## **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., and *G. lusitanica* A.Terrac., is introduced.

Gutiérrez, M. & Vázquez, F.M. 2011. *Gagea extremadurensis* sp. nov. (Liliaceae) new species from SW Iberian Peninsula. *Folia Bot. Extremadurensis* 5: 45-61.

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

## **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 revisión 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 mano alzada o incluidos en historresina® (Leica Microsystems) (Igersheim, 1993), seccionados en micrótopo LEICA RM2155 y observados a través de microscopio 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 acetolisis (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 cariológicos 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 ocres 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 bulbitos 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

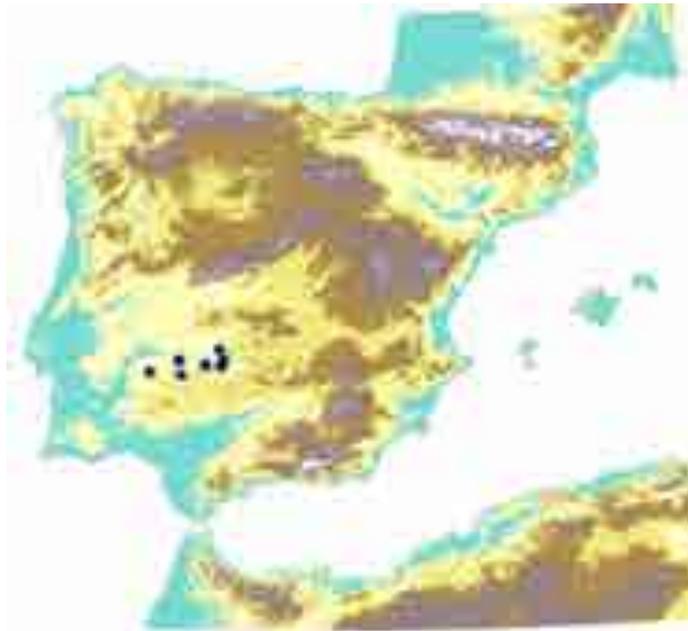
vecinas nos permite discriminar al nuevo taxon de *G. lusitánica* A.Terracc., por la presencia de una sección plana en las dos hojas radicales mientras que el taxon lusitano presenta al menos una hoja basal de sección subtrigona. En el caso de *G. foliosa* Schultes f., y *G. granatelli* (Parl.) Parl., 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-anasulcado, heteropolar, elípticos y bilaterales en visión ecuatorial, plano convexo en visión polar, elípticos. E1= 54-70  $\mu\text{m}$ ; E2= 30-40  $\mu\text{m}$ . La exina en todos los casos dispone de un tectum perforado que varía en su perforación de 1,67  $\mu\text{m}$  en *G. granatelli* a 2,66  $\mu\text{m}$ , en *G. foliosa*, teniendo *G. extremadurensis* 2,18  $\mu\text{m}$ . 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 (Figura 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

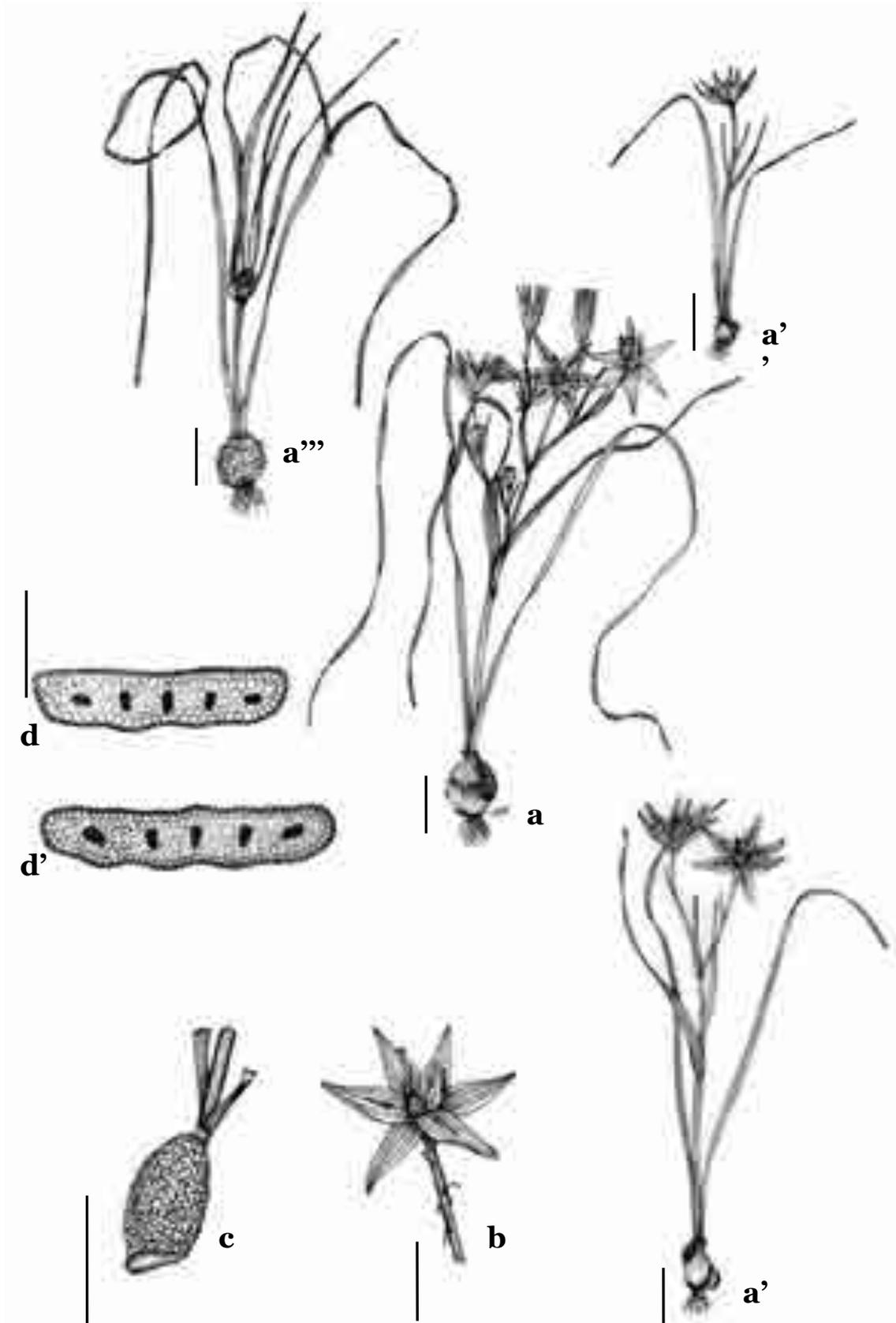
caracteres florales intermedios con otras especies como *G. lusitanica* A.Terracc. o *Gagea granatelli* (Parl.) Parl., en la mayoría de los casos.

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 segregarse por su estructura foliar, pelosidad y sección de hojas radicales (Terracciano, 1904a; Tison 2009), de *G. granatelli* (Parl.) Parl., de la que es posible segregarse 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 segregarse 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).

<b>Caracteres</b>	<b><i>G. extremadurensis</i></b>	<b><i>G. foliosa</i></b>	<b><i>G. lusitanica</i></b>	<b><i>G. granatelli</i></b>
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 & Zarrei, 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 triqueta, 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 triqueta	triqueta
	<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 (1)</i>	57,5±5,9	30,0±0,5
<i>G. extremadurensis (2)</i>	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 microrreticulación 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

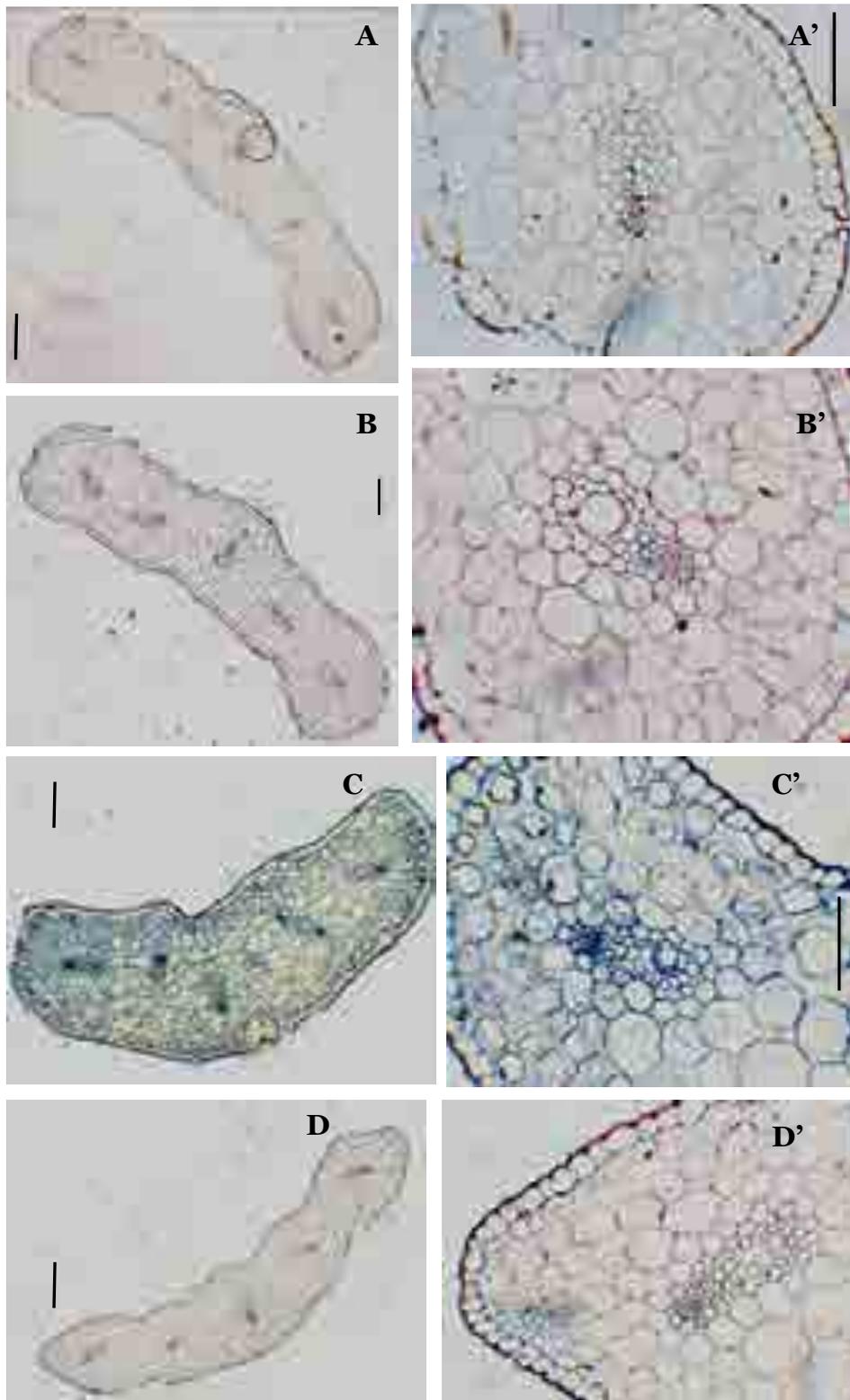
**Tabla 4.** Distribución del tamaño máximo del retículo en la exina del grano de polen, para las especies de *Gagea* Salisb., relacionadas con *G. extremadurensis* (media±desviación estándar; n=20).

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

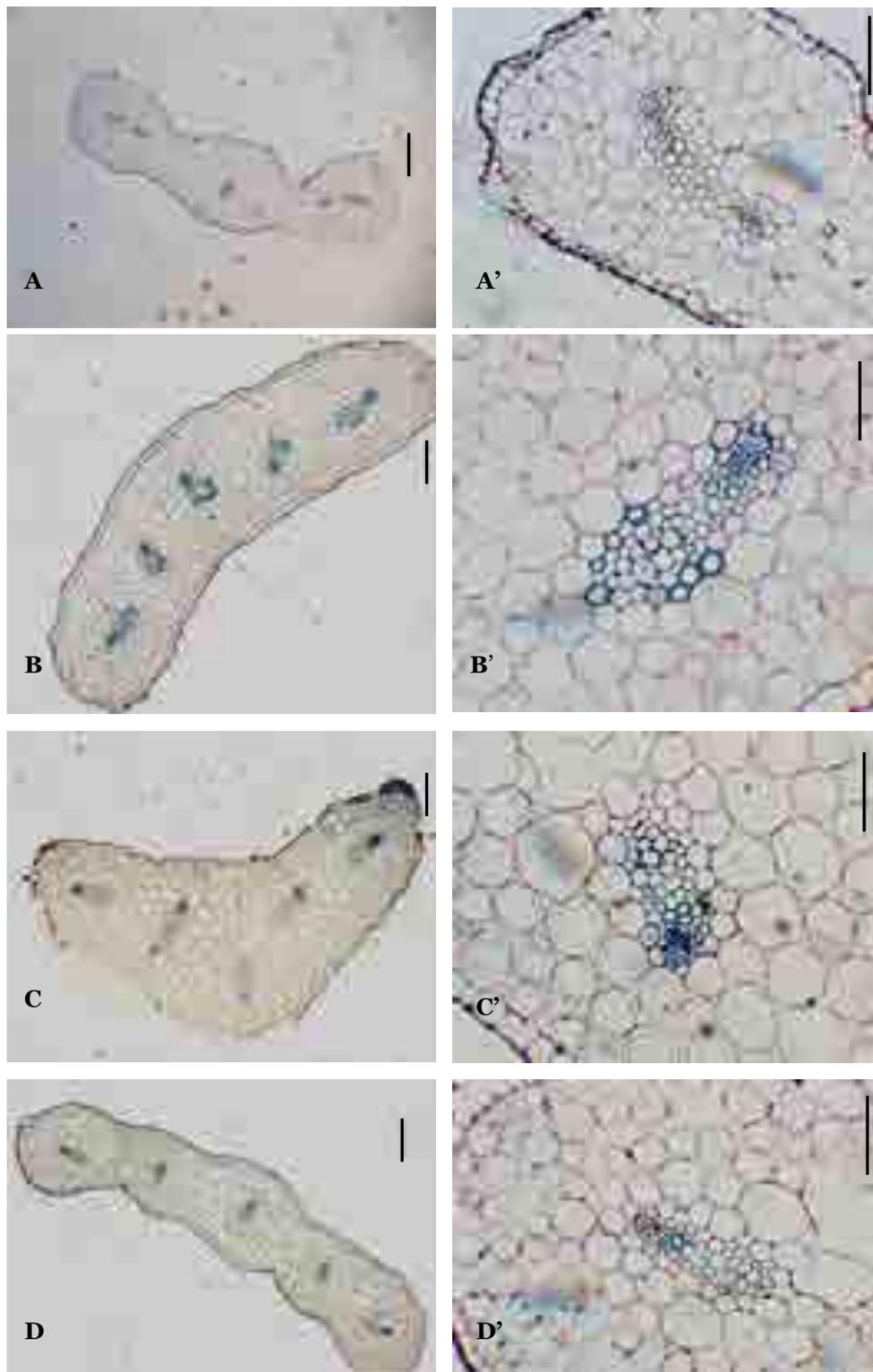
**Clave para diferenciar a las especies implicadas en este estudio  
presentes en Extremadura**

- 1.-** Plantas glabras..... ***G. elliptica***  
**1.-** Plantas con pelosidad evidente ..... **2.**
- 2.-** Hojas radicales triquetas 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

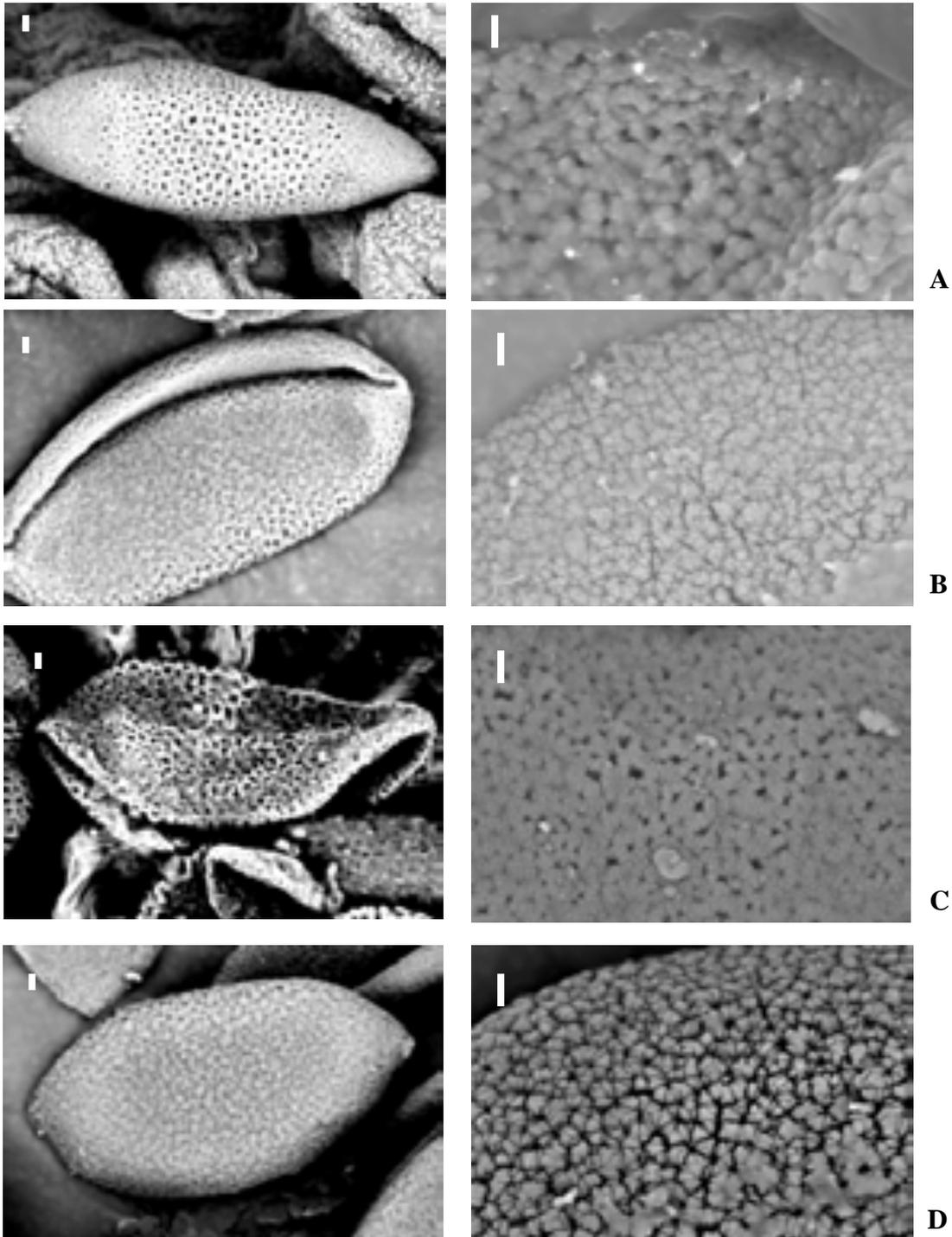


**Lámina A.** Sección transversal de hojas radicales primarias (5x, escala 2  $\mu\text{m}$ ) y detalle de haces vasculares laterales (20x, escala 1  $\mu\text{m}$ ). **A, A'**: *G. foliosa* (HSS-A251 MA: Ketama), **B, B'**: *G. granatelli* (HSS-A40 HS, Ba: Bienvenida), **C, C'**: *G. lusitanica* ((HSS-A213, PT, BB: Castelo Branco), **D, D'**: *G. extremadurensis* ((HSS-A38, HS, Ba: Sierra Zarzacapilla). Las barras indican 0,2 mm.

**Apéndice1 (Cont.): Sección transversal de hojas radicales**

**Lámina B.** Sección transversal de hojas radicales secundarias (5x, escala 2  $\mu$ m) y detalle de haces vasculares laterales (20x, escala 1  $\mu$ m). **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 0,2 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  $\mu$ 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 rhiphaneae), 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 aparicis nemorum-Tortici. Majo. *Todaro* (K) (BM) (G-BUR, Rev A. Terracciano 1094) (FI); In herboris montosis Ficuzae ad Busambra prope Panormum, 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)

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 herboris 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 Babbelli*. (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 Plantae d' Espagne n° 1302. Castille: Pentens ensoleillées à Cellorigo, II et III, 1910 et 1911, *Hno Elías* (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: 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).

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 Maroccanum* 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 alcornocal 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 Iberica. *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. Tidshkr.* 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. *Lagasalia*, 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  $\beta$  *tenuifolia* Boiss. et  $\alpha$  *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. & Quézel, P. *Flore de l'Afrique du Nord. (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara)*, (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. Revisión monográfica 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.