

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BIOLOGIA



MORFOLOGÍA Y BIOSISTEMÁTICA DEL GÉNERO PIMPINELLA L.  
(UMBELIFERAE) DE LA PENÍNSULA IBÉRICA E ISLAS BALEARES.

MEMORIA

que para optar al grado de Doctor en Biología presenta

A handwritten signature in cursive script, which appears to read 'Amparo Landete Aguiar'.

AMPARO LANDETE AGUIAR

DIRECTOR

A handwritten signature in cursive script, which appears to read 'Benjamin Fernández Ruiz'.

Prof. Dr. D. Benjamin Fernández Ruiz

CODIRECTORA

A handwritten signature in cursive script, which appears to read 'Margarita Moreno Sanz'.

Prof. Dra. D<sup>a</sup> Margarita Moreno Sanz

MADRID 1993

A mis Padres, que me enseñaron a vencer  
las dificultades que pudiera encontrar en  
mi vida.

### AGRADECIMIENTO

Deseo en primer lugar expresar mi más sincero agradecimiento al Catedrático, Dr. D. Benjamín Fernández Ruiz, director de esta memoria doctoral y a la Profesora Titular Dra. D<sup>a</sup>. Margarita Moreno Sanz, codirectora de la misma, por sus múltiples enseñanzas y sus valiosos consejos, que han contribuido en gran manera en mi formación científica, así como el apoyo moral que constantemente me han dispensado.

A todo el personal del "Instituto Antonio José Cavanilles", en especial al Director Dr. D. Santiago Castroviejo, al Servicio de Biblioteca y al de Herbario del Real Jardín Botánico de Madrid, por haberme facilitado desinteresadamente todo el material solicitado, existente en el Centro, imprescindible para llevar a cabo la revisión del género Pimpinella L., en La Península Ibérica e Islas Baleares. Así como a D. Miguel Jerez, por colaborar en la realización de las fotografías de los diversos "typus".

Al Dr. Gómez-Campo que me proporcionó simiente del "Banco de Semillas de endemismos ibéricos, baleáricos y macaronesicos" existentes en la Escuela de Ingenieros Agrónomos de Madrid, para realizar el estudio cariológico de

P. bicknellii Briq. y de P. traqium var. balearica Knoche.

A todos los Directores de los múltiples Herbarios Oficiales, tanto nacionales como extranjeros, por poner a mi disposición todo el material solicitado, sin cuya ayuda este trabajo hubiera quedado incompleto.

Al Catedrático Dr. D. Fernando Esteve Chueca, al Dr. D. Francisco Bonafé Barceló, al Dr. Enrique Loriente y a todos los amigos y compañeros que me dejaron consultar sus herbarios personales, para completar lo más posible la autocorología del género Pimpinella L.

Al Dr. D. Ramón de Peñafort Malagarriga Heras, por su gentileza al escribirme resolviendo las dudas que le consulté.

A la Profesora Titular Dra. D<sup>a</sup>. Margarita Costa Tenorio, que dedicó tiempo a la lectura y revisión crítica del capítulo de "Hábitat y Fitosociología del gén. Pimpinella".

A todos los profesores, personal auxiliar y amigos del Departamento de Biología Celular (Morfología Microscópica) y del Departamento de Biología Vegetal I, de la Facultad de

Biología de la Universidad Complutense, con los que he convivido en fructífera relación humana y profesional. Destacando entre ellos: a las Dras. Carmen Rúa, M<sup>a</sup> Teresa Solas, Lourdes Jiménez, Elvira Garrido, Marta Torroba, y un largo etc.

A mis compañeros de Laboratorio, Doctores Marcelino Bañuelos y Arsenio Lázaro, por la ayuda paciente y cariñosa, que en todo momento, me han dado.

A todos mis compañeros de la Esc. Univ. de formación del prof. de E.G.B. "Santa María", así como a mis alumnos, por el apoyo y estímulo moral que han sabido darme; destacando entre todos ellos a la Catedrática Adelina Wehrle, por acompañarme en repetidas campañas llevadas a cabo para herborizar los táxones, objeto de esta memoria doctoral.

A mi hermana María Luisa por su ayuda incondicional y su adhesión en las campañas de herborización.

A todos los amigos y amigas por su paciencia conmigo.

A todos ellos sin excepción, mi más sincera y profunda gratitud.

INDICE DE MATERIAS

Pág.

**I.- INTRODUCCION**

1.A. Objeto del estudio .....	1
1.B. Sinopsis histórica del gén. <u>Pimpinella</u> L .....	4
B.1. Synonyma .....	4
B.2. Nombres vulgares .....	10
1.C. Descripción genérica .....	11
C.1. Tipo del género .....	12
C.2. Descripción .....	12
C.3. Distribución .....	15
C.4. Número cromosómico .....	16

**II.- MATERIAL, METODO Y TECNICAS**

II.A. Material .....	18
A.1. Material biológico .....	18
1.2. Otras procedencias del material biológico.....	27
A.2. Material no biológico .....	31
II.B. Método .....	33
B.1. Revisión bibliográfica .....	33
B.2. Planteamiento de las hipótesis .....	34
B.3. Presentación de resultados y discusión.....	37
B.4. Conclusiones .....	37

	<u>Pág.</u>
II.C. Técnicas .....	37
 <b>III.- RESULTADOS Y DISCUSION DEL:</b>	
<b>III.A. ESTUDIO MORFOLOGICO .....</b>	<b>39</b>
A.1. Material y técnicas empleadas .....	44
A.2. Resultados .....	45
2.1. Variabilidad intraespecífica .....	46
2.2. Variabilidad interespecífica .....	104
A.3. Discusión .....	112
<b>III.B. ESTUDIO DE LA EPIDERMIS FOLIAR</b>	
B.1. Material .....	120
B.2. Técnicas histológicas .....	127
B.3. CELULAS EPIDERMICAS .....	130
3.1. Resultados .....	130
B.4. ESTOMAS .....	165
4.1. Antecedentes históricos .....	165
4.2. Definiciones y terminología .....	170
4.3. Resultados .....	172
4.4. Discusión .....	189
B.5. CUTICULA .....	199
5.1. Resultados .....	199
5.2. Discusión .....	201
B.6. TRICOMAS .....	203
6.1. Resultados .....	203

	<u>Pág.</u>	
6.2. Discusión .....	216	
B.7. Clave de identificación de los táxones atendiendo a los caracteres apidérmi- cos de las hojas basales .....	220	
<b>III.C. ESTUDIO CARPOLOGICO</b>		
C.1. Antecedentes históricos .....	222	
C.2. Material .....	226	
C.3. Técnicas histológicas .....	231	
C.4. Terminología empleada .....	238	
C.5. Anatomía e histología del fruto de las Umbelíferas .....	241	
C.6. Resultados .....	250	
C.7. Discusión .....	305	
<b>III.D. ESTUDIO CARIOLOGICO</b>		
D.1. Reseña histórica de los estudios ca- riológicos del gén. <u>Pimpinella</u> L .....	308	
D.2. Material .....	323	
D.3. Técnicas cariológicas .....	334	
D.4. Terminología empleada .....	339	
D.5. Resultados .....	343	
D.6. Discusión .....	384	
<b>III.E. ESTUDIO PALINOLOGICO</b> .....		391
E.1. Introducción .....	391	
E.2. Antecedentes históricos .....	392	

	<u>Pág.</u>
2.1. Historia palinológica de la familia de las Umbelíferas y del gén. <u>Pimpinella</u> ..	395
E.3. Caracteres palinológicos de las Umbelíferas.....	398
E.4. Material y método .....	399
4.1. Poblaciones polínicas estudiadas .....	400
4.2. Técnica acetolítica .....	409
E.5. Resultados .....	420
E.6. Estudio estadístico .....	445
6.1. Ajuste a la curva normal .....	451
6.2. Test de Simpson y Roe .....	457
E.7. Discusión .....	466
 <b>III.F. ESTUDIO AUTOCOROLOGICO</b>	
F.1. Material y método .....	472
1.1. <u>P. bicknellii</u> Briq .....	475
1.2. <u>P. gracilis</u> (Boiss.) Pau .....	478
1.3. <u>P. major</u> (L.) Huds .....	492
1.4. <u>P. procumbens</u> (Boiss.) Pau .....	532
1.5. <u>P. saxifraga</u> L .....	537
1.6. <u>P. siifolia</u> Ler .....	601
1.7. <u>P. traqium</u> Vill .....	619
1.8. <u>P. villosa</u> Schousb .....	652
 <b>III.G. HABITAT Y FITOSOCIOLOGIA</b>	
G.1. Material y método .....	686

	<u>Pág.</u>
G.2. Resultados .....	687
2.1. <u>P. bicknellii</u> Briq .....	687
2.2. <u>P. gracilis</u> (Boiss.) Pau .....	692
2.3. <u>P. major</u> (L.) Huds .....	694
2.4. <u>P. procumbens</u> (Boiss.) Pau .....	700
2.5. <u>P. saxifraga</u> L .....	701
2.6. <u>P. siifolia</u> Ler .....	712
2.7. <u>P. tragium</u> Vill .....	716
2.8. <u>P. villosa</u> Schousb .....	732
G.3. Discusión .....	737
 <b>III.H. ESTUDIO FENOLOGICO</b>	
H.1. Material y técnicas empleadas .....	746
H.2. Resultados .....	747
H.3. Discusión .....	750
 <b>III.I. ESTUDIO DE LA NOMENCLATURA, TIPIFICACION</b>	
<b>E ICONOGRAFIA HISTORICA</b>	
I.1. Material y técnicas empleadas .....	754
I.2. Resultados del estudio de la nomenclatura y la tipificación.....	756
2.1. <u>P. bicknellii</u> Briq .....	757
2.2. <u>P. gracilis</u> (Boiss.) Pau .....	759
2.3. <u>P. major</u> (L.) Huds .....	764
2.4. <u>P. procumbens</u> (Boiss.) Pau .....	785
2.5. <u>P. saxifraga</u> L .....	788

	<u>Pág.</u>
2.6. <u>P. siifolia</u> Ler .....	818
2.7. <u>P. tragium</u> Vill .....	820
2.8. <u>P. villosa</u> Schousb .....	845
I.3. Resultados de la Iconografía histórica ....	855
I.4. Discusión de la nomenclatura, tipifica- ción e iconografía histórica.....	943
 <b>IV.- SINOPSIS DE LOS TÁXONES DEL GENERO <u>PIMPINELLA</u> L.</b>	
<b>PRESENTES EN LA PENINSULA IBERICA E ISLAS BALEARES</b>	
1.1. Gén. <u>Pimpinella</u> L .....	951
1.2. Gén. <u>Keutera</u> Boiss .....	952
1.3. <u>P. bicknellii</u> Briq .....	954
1.4. <u>P. gracilis</u> (Boiss.) Pau .....	959
1.5. <u>P. major</u> (L.) Huds .....	966
1.6. <u>P. procumbens</u> (Boiss.) Pau .....	971
1.7. <u>P. saxifraga</u> L .....	974
1.8. <u>P. siifolia</u> Ler .....	982
1.9. <u>P. tragium</u> Vill .....	986
1.10. <u>P. villosa</u> Schousb .....	997
 <b>V.- CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LOS TÁXONES .....</b>	
<b>1004</b>	
 <b>VI.- CONCLUSIONES .....</b>	
<b>1008</b>	

**VII.- APENDICES**

VII.A. Tablas de frecuencias de los valores de  
    P y E en u.o. ....1019

VII.B. Definiciones filogenéticas (Henning) .....1021

VII.C. Índice de ilustraciones .....1022

    C.1. Cuadros .....1022

    C.2. Gráficas .....1024

    C.3. Láminas .....1025

    C.4. Mapas .....1037

**VIII.- BIBLIOGRAFIA .....1039**

I

INTRODUCCION

I.A. OBJETO DEL ESTUDIO.

Se realiza un estudio de las especies ibérico-baleáricas del género Pimpinella L. (Umbeliferae, Apiaceae).

Estos son:

P. bicknellii Briq.

P. gracilis (Boiss.) Pau

var. puberula (Loscos & Pardo) Font i Quer

P. major (L.) Huds.

P. procumbens (Boiss.) Pau

P. saxifraga L.

var. dissecta (Retz.) Spreng.

P. siifolia Ler.

P. tragium Vill.

var. balearica Knoche

var. glauca (Presl) DC.

var. leriensis O. Bolòs

P. villosa Schousb.

El denominador común de las especies estudiadas por nosotros es su extremado polimorfismo, lo que nos lleva a considerar que probablemente algunas de las especies

reconocidas son simplemente morfótipos locales de otras, por lo que deberían pasar a las sinonimias de aquellas, una vez conocido realmente su rango completo de variabilidad.

De otro lado, especies que hoy se consideran dentro de Pimpinella, han recibido históricamente otros tratamientos genéricos, tal es el caso de Pimpinella (Reutera) gracilis (Boiss.) Pau y Pimpinella (Reutera) procumbens (Boiss.) Pau; ello nos evidencia la escasa definición de los caracteres genéricos de Pimpinella L., en relación con otras umbelíferas y nos hace sospechar que, a falta de mejor criterio, el género Pimpinella se ha convertido en un verdadero "cajón de sastre" de la familia.

Por todo ello era necesario emprender una revisión del género o, cuando menos, aportar nuevos y significativos datos relacionados con su morfología, citología, anatomía, etc... que hagan más llevadero un ulterior estudio comparado de las especies de este género, de cara a la clarificación taxonómica. Esta labor no puede ser abordada por nosotros en su totalidad, dado el elevado número de especies comprendidas en Pimpinella; recordemos que ya en 1927 WOLFF en el estudio de las Umbelíferas, incluyó el mayor número de especies en éste género (141), seguido, con 97 táxones, por el género Bupleurum. Por ello, nos hemos limitado, según

indicamos al comienzo de este apartado, a las plantas que crecen en la Península Ibérica e Islas Baleares.

No carece de sentido comenzar con ellas, ya que es grande su importancia, debido a que un 69,2% de los táxones aquí estudiados son plantas endémicas.

I.B. SINOPSIS HISTORICA DEL GENERO PIMPINELLA

A lo largo de su historia, el gén. Pimpinella ha recibido, en su totalidad o parcialmente, por parte de algunos autores, diversos nombres que recogemos a continuación como sinónimos.

B.1. SYNONYMA

Tragoselinum Tourn. Inst. rei herb., 2ª ed., 1: 309 (1700).

Anisum Riv., ex. L. Gen. pl., 1ª ed., 83 (1737).

Sisarum (Tourn.) Adans. Fam., 2: 97 (1763).

Tragium Spreng., Pl. Umbell. Prodr., 1: 26 (1813).

Ledeburia Link, Enum. Hort. Berpl., 1: 286 (1821).

Reutera Boiss., Elench., 46 (1838) y Voy. bot. midi. Esp., 1: 130 (1839).

Chesneya Bertol., Nov. Comm. Bonon., 5: 427 (1842);

seg. D.Jackson, I. Kew. Pl. phaner., 3: 527 (1895).

Bunium Koch, Syn. Fl. Germ., 2<sup>a</sup> ed., 316 (1843).

Gaytania Münter, Bot. Zeitg., 1: 730 (1843).

Gymnosciadium Hochst., Flora., 27: 20 (1844); seg.  
D.Jackson, I. Kew. Pl. phaner., 3: 527(1895).

Lereschia Boiss., Ann. Sc. Nat., sér. 3 (1):127 (1844).

Acronema Edgew., Trans. Linn. Soc., 20: 51 (1846).

Petrosciadium Edgew., Trans. Linn. Soc., 20: 51 (1846).

Murrithia Zoll., Nat. en Geneesk. Arch. Neêrl. India,  
2: 577 (1846); seg. D. Jackson, I. Kew. Pl. phaner.,  
3: 527 (1895).

Heterochaena Zoll., Nat. en Geneesk. Arch. Neerl.  
Indie, 2: 577 (1846); seg. D.Jackson, I. Kew. Pl.  
phaner., 3: 527 (1895).

Anisometros Hassk., Flora, 30: 602 (1847); seg. D.  
Jackson, I. Kew. Pl. phaner., 3: 527 (1895).

Pancicia Vis., Ind. Sem. Hort. Patav., 9 (1857); cf. Linnaea 19 (2): 732 (1858); seg. D. Jackson, I. Kew. Pl. phaner., 3: 527 (1895).

Platyraphe Miq., Ann. Mus. Bot. Lugd. Bat., 3: 56 (1867); seg. D. Jackson, I. Kew. Pl. phaner., 3: 527 (1895).

Traqiopsis Pomel, Nouv. Mat. Fl. Atl., 139 (1874).

Carum Baill., Hist. pl., 7: 178 (1879).

Pimpinele St. Lager, Ann. Soc. Bot. Lyon, 6:131 (1880); seg. D. Jackson, I. Kew. Pl. phaner., 3: 527 (1895).

Apium Caruel, Parl. Fl. ital., 8: 452 (1888).

Esta diversidad de nombres que ha recibido el género, paralela a inclusiones y exclusiones de especies en el mismo, nos evidencia la dificultad encontrada por los botánicos del pasado, para delimitarlo con nitidez en el conjunto de las umbelíferas; generando, asimismo, grandes problemas de nomenclatura.

La confusión nomenclatural afecta igualmente a cada una

de las especies, aspecto que desarrollaremos detalladamente más adelante.

Nos parece, sin embargo, interesante señalar aquí, cuáles son los géneros con los que más frecuentemente se confunde, así como, las diferencias fundamentales que los separan de Pimpinella L.

Estos son:

Aegopodium, con A. podagraria L., se diferencia por mostrar los segmentos foliares y las hojas basales regularmente dentadas, además de poseer umbelas laterales que no fructifican.

Berula, con B. angustifolia (L.) Mertens & Kock (antiguo Sium angustifolium), es confundido con las pimpinelas pese a poseer 1-6 brácteas y 4-7 bracteólas, estilos largos en la flor, que casi no crecen al fructificar y carpóforo unido.

Brachyapium, cuya especie B. dichotomum (L.) Maire, recibió el nombre de Pimpinella dichotoma L. y también el de Tragiopsis dichotoma (L.) Pomel; esta planta es anual, no alcanza más de 15 cm y tiene las hojas dicótomas y el fruto dídimo.

Carum, con C. carvi L. presenta los radios umbelares muy desiguales, los pecíolos superiores apenas inflados, las hojas divididas en lacinias lineares y sólo una vitta por valécula.

Endressia, cuya especie E. pyrenaica Gay., se diferencia por tener tallo simple, cáliz con 5 dientes, umbela terminal, con más de 11 radios y fruto oval con costillas salientes.

Ptychotis, y en concreto P. ammoïdes Koch, difiere por presentar cáliz con 5 dientes bien marcados, pétalos escotados con lóbulos desiguales.

Sanguisorba, género de las rosáceas, cuya especie S. minor Scop. (= Poterium sanguisorba L.) discrepa por la inflorescencia, las flores y el fruto, si bien, muestra hojas que recuerdan a las de algunas pimpinelas.

Sison, con S. amomum L., incluida en el género Reutera como R. gracilis Boiss. var. catalaunica Costa, y en Pimpinella como P. gracilis (Boiss.) Pau ssp. catalaunica Malag., se distingue por tener involucre de 1-3 brácteas e involucelo de 3-4 bractéolas, umbelas

con 3-6 radios muy desiguales y pétalos profundamente divididos en dos, siendo planta de olor desagradable.

Smyrniium L., discrepa de nuestro género por presentar fruto dídimo y negro en la madurez, así como, involucelos pequeños.

Reutera Boiss., género dedicado por Boissier a su amigo Reuter, botánico suizo. Las especies de Pimpinella que han sido consideradas Reutera, entre las estudiadas por nosotros están: Pimpinella gracilis (Boiss.) Pau y Pimpinella procumbens (Boiss.) Pau.

Ciertamente existen rasgos semejantes entre el género Pimpinella y el género Reutera, tales como: cáliz con limbo casi nulo, pétalos prolongados por una lacínula inflexa, fruto semejante en la forma (aunque más comprimido lateralmente en Reutera), en el número y disposición de las costillas, en el carpóforo libre, bífido y filiforme.

Se diferencian sin embargo por poseer Reutera pétalos amarillos iguales entre ellos, enteros, ovados o lanceolados y nunca escotados ni radiantes, así como estilos más cortos que en el género Pimpinella.

B.2. NOMBRES VULGARES.

Castellano: Pimpinela.

Alemán: Bibernell (MALY, 1860); Bibernelle (BONNIER, 1921); Bockspeterlein, Theriakwurz (HEGI, 1926).

Checo: Bednik (DOSTAL, 1989).

Danés: Pimpinella (ROSTRUP & al., 1961).

Flamenco: Bevernel (CREPIN, 1883); Bivernel (BONNIER, 1921).

Francés: Pimprinelle, pimpinelle, boucage (HEGI, 1926).

Holandés: Bevernel (HEUKELS, 1977).

Inglés: Pimpinel (HEGI, 1926); pimpinella (BONNIER, 1921).

Italiano: Tragoselino (BONNIER, 1921).

MERINO (1905: 610) indica que el nombre de Pimpinella proviene de tener las hojas semejantes a la de Sanquisorba,

llamada también Pimpinela oficinal, y BONNIER (1921, 4:114) abunda sobre lo mismo, indicando que el nombre latino de Pimpinella designa la Pimprenelle (Poterium Sanguisorba, Rosácea) cuyas hojas se parecen a las de esta planta.

CADEVALL (1915, 3:79) dice que: "el nombre Pimpinella se le hace derivar de bis-pinula-bipinnatisecta, siguiendo a Linnaeus: "bipennula es dos veces pinnada, aludiendo a las hojas".

Según WOLFF (1927: 219) el nombre de Pimpinella fue usado por primera vez por Benedictum Crispum, en el siglo VII, y posteriormente por Simón Januensem en el siglo XIII, siendo su origen desconocido.

#### I. C. DESCRIPCION GENERICA.

Pimpinella L. Gen. Pl., 1ª ed., 82 (1737) et Sp. Pl., 1ª ed., 1: 263 (1753).

Linneo, incluyó este género en la 2ª sec. de la clase 5ª, que corresponde a aquellas plantas que tienen 5 estambres y 2 estilos, es decir, Pentandria digynia.

### C.1. TIPO DEL GENERO

El género está lectotipificado por Hitchcock, Prop. Brit. Bot., 141. Aug. 1939, según consta en FARR, LEUSSINK & STAFLEU (edit.) (1979), sobre la especie Pimpinella saxifraga L. lo que nos parece una elección acertada.

### C.2. DESCRIPCION

Se define este género, frente a otras umbelíferas, por carecer de involucre, involucelo y dientes en el cáliz; por presentar pétalos casi iguales, escotados, con lacínula inflexa y fruto ovoideo o subgloboso con canales secretores.

Está constituido por plantas anuales, bienales o vivaces, en ocasiones sufructuosas, hemicriptofitas, subarrosetadas, glabras o pubescentes y sin espinas.

Raíz: axonomorfa. Tallo florífero ramoso, erecto, casi afido y florido.

Hojas basales: mono o bipinnatisectas, con segmentos ovales, lanceolados o subredondos, cuneiformes, dentados, festoneados, pinnado-cortados y rara vez indivisos; pecíolos largos, que se insertan a nivel o encima del suelo, sin

estípulas.

H. caulinares inferiores: 1- pinnatisectas, con segmentos ovoides, lanceolados, suborbiculares, pinnado-partidos o trisectos, dentados y rara vez indivisos.

H. caulinares medias: generalmente pinnatisectas, con pinnas estrechas, tenues, profundamente divididas.

H. caulinares superiores: pequeñas o rudimentarias, con lóbulos lanceolados, ovoides u obovoides, nunca sin limbo, tenues, divididas profundamente en numerosas pinnas, el pecíolo está fuertemente hinchado.

Inflorescencia: centripeta, homotípica. Umbéla: compuesta, con 2-30 radios umbelares desiguales, péndula hasta la florescencia. Umbélulas: frecuentemente con 3-16 pedicelos. Involucro: nulo, rara vez con 1-2 brácteas enteras y pequeñas. Involucelo: nulo.

Flores: pequeñísimas, de 1-3 mm de diámetro, hermafroditas, casi todas fértiles, proterandras, con el receptáculo hinchado y convexo.

Cáliz: entero con sépalos minúsculos, dientes

rudimentarios, sin limbo.

Corola: blanca, y a veces amarilla, rosada o purpúrea, con 5 pétalos glabros o dorsalmente pubescentes, con unguículo, obovados, recurvados, levemente emarginados, con lacínula inflexa, lo que les da un falso aspecto cordiforme y algo desiguales.

Androceo: con 5 estambres más largos que los pétalos y terminados por antera con los extremos redondeados. Anteras ditecas, cuadriloculares, dorsifijas, introrsas, con dehiscencia longitudinal, subredondas. Polen tricolporado con apertura alargada, más o menos osiforme.

Gineceo: con estigma subgloboso, redondeado. Estilos siempre manifiestos, filiformes, con el ápice subcabeculado; en la flor erectos y en el fruto reflexos, alargados, alcanzando la base del estilopodio y rara vez cortísimos. Estilopodio pulviniforme, cónico o discoidal. Ovario ínfero, con dos carpelos. Rudimento seminal anátropo con rafe introrso y tegumento simple. Ovulos en lóculos solitarios, péndulos. Embrión recto, radícula súpera, cotiledones foliáceos, anteroposteriores, germinación epígea.

Fruto: Cremocarpio pequeño, la longitud es menor que

tres veces la anchura, glabro o veloso, incluso en la cara comisural, pero sin espinas, ligeramente estriado, con base redondeada o subcordiforme y ápice atenuado, ovoide-oblongo o subgloboso, sin pico o con él más corto que la parte seminífera. Mericarpos macizos, con bordes contiguos que se separan fácilmente en la madurez, angostados por la comisura; costillas, filiformes, rudimentarias, iguales, sin márgenes alados o engrosados; a veces revestidos de tricomas; valéculas subcóncavas, con (-0) 3 (-5) canales secretores y 3-6 o infinitas vitas valeculares. Semillas gibo-convexas, en la zona comisural planas, con el pericarpo libre, suelto, muy raro adherente; endospermo dorsalmente más o menos obtusamente pentagonal o cilíndrico, delgado o ligeramente cortado en la comisura.

Carpóforo: interno, filiforme, bífido y libre.

### C.3.DISTRIBUCION DEL GENERO

Este taxon puede vivir a distinta altitud y latitud, por lo que puede ser considerado cosmopolita. Se conocen alrededor de 150 especies repartidas por todo el mundo: Europa, Asia, Africa y más escasamente en América (HEYWOOD, 1971, 2:35).

De ellas 75, son exclusivas del Antiguo Continente

(BRITTON & al., 1970, 2: 654) con 12 endemismos en la U.R.S.S., 7 en el resto de Europa, 15 en Asia, 5 entre Japón, Corea, China y otros 5 en Canarias (HEYWOOD, op. cit.) y asimismo, 5 entre la Península Ibérica y la Isla de Mallorca, a las que hay que añadir 3 variedades.

Entre Africa tropical y meridional se encuentran de 30 a 40 especies, según LAUNERT (edit.) (1978, 4: 589). Son escasas en los países tropicales húmedos de baja altitud, así en la flora de Java sólo se hallan 2 especies de este género (BACKER & al., 1965, 2: 176).

No existe ninguna especie endémica de América del Sur (MATHIAS & al., 1972, 1: 59).

#### **C.4. NUMERO CROMOSOMICO**

Generalmente  $n = 10$ , aunque pueden encontrarse casos de aneuploidía y de disploidía así como de poliploidía. Cariotipo asimétrico.

II

MATERIAL, METODO Y TECNICAS

## II.A. MATERIAL.

### A.1. MATERIAL BIOLÓGICO.

Los especímenes utilizados en este estudio, son de procedencia diversa. El material vivo imprescindible para los estudios de autocorología y fitosociología, a la vez, que convenientes para los de palinología, carpología, morfología y anatomía se ha conseguido en las numerosas campañas de herborización, realizadas por nosotros, a diversos puntos de la geografía peninsular e Islas Baleares; conservándose la mayor parte de este material en el herbario del Jardín Botánico de Madrid (MA), al que se han donado 152 pliegos (110 originales y 42 duplicados); de éstos la inmensa mayoría corresponden a recolecciones efectuadas por nosotros del gén. Pimpinella en 77 localidades nuevas, según las referencias que obran en nuestro poder.

Estas citas, cuya ubicación se señala en el MAPA 1, se reparten como sigue:

P. gracilis: 2 localidades  
P. mayor: 9 localidades  
P. procumbens: 1 localidad

P. saxifraga: 43 localidades

P. siifolia: 5 localidades

P. traqium: 8 localidades

P. villosa: 9 localidades

No se incluyen, en esta relación, aquellas localidades citadas con anterioridad, de forma poco precisa (por abarcar gran superficie) aunque a nosotros nos ha supuesto gran esfuerzo, conseguir localizar dichas poblaciones de Pimpinella; tal es el caso de Somosierra, El Pardo, Valle de Liébana, etc, estas referencias, así como las citadas a continuación, aparecen bien puntualizadas en el apartado de Autocorología, por ello nos limitamos aquí a indicar el taxón, su localización (coordenadas UTM) y la numeración en el herbario MA (caso de haber recolectado pliego).

En esta relación se incluyen también las 3 localidades nuevas de Portugal.

### ESPAÑA

#### PIMPINELLA GRACILIS (BOISS.) PAU

GRANADA: Beas de Granada (30SVG581292), MA 454987, 2 pls.

TARRAGONA: S<sup>a</sup>. de Puigcerver (31TCF2667), MA 454985.

PIMPINELLA MAJOR (L.) HUDS.

ASTURIAS: Garganta del Cares (30TUN4782), MA 454983.

CANTABRIA: Castañeda (30TVN2396), MA 454972, 2 pls.

Cubas (30TVP4514), MA 454973.

GIRONA: Freixenet (31TDG4780), MA 454970, 2 pls.

LEON: Garganta del Cares (30TUN4781).

LLEIDA: Artiga de Lin (Valle de Arán) (31TCH1626), MA 454980.

Pto. de la Bonaiqua (31TCH3023), MA 454982, 2 pls.

Salto de Pix, Valle de Arán (31TCH2931), MA 454981, 2 pls.

San Juan de Torán (31TCH1945), MA 454978.

PIMPINELLA PROCUMBENS (BOISS.) PAU

GRANADA: S<sup>a</sup>. Nevada (30SVG662054), MA 454966.

PIMPINELLA SAXIFRAGA L.

ASTURIAS: Arenas (Mirador de) (30TUN5996), MA 454963.

Camarmeña (30TUN5993), MA 454964.

Garganta del Cares (30TUN4782), MA 454965.

Niserias (30TUN6893).

CANTABRIA: Fontibre (30TUN0168), MA 454958.

Fuente Dé (30TUN5075), MA 454959.

Linares (30TUN7193), MA 454961.

Pesaquero (30TUN7471), MA 454962.

Potes (30TUN6075), MA 454960.

GIRONA: Camprodón (31TDG4780), MA 454888, 2 pls.

GUIPUZCOA: Cestona (30TWP5382), MA 482435.

Legazpia: (30TWN5363), MA 482434.

HUESCA: Plan (30TBH8114), MA 454895.

LA RIOJA: Anguiano (30TWM7915), MA 454955.

Villoslada de Cameros (30TWM2667), MA 454956.

LLEIDA: Alins (31TCH6616).

Areo (= Areu) (31TCH6717), MA 454946; (31TCH6718), MA

454947 y (31TCH6618), MA 454953, 2 pls.

Artiga de Lin (31TCH1626), MA 454942.

Baqueira Beret (31TCH3726), MA 454951.

Barrados (= Varradós) (31TCH2331), MA 454936.

Betrén (31TCH2126).

Bordes (Alrededores de Les) (30TCH1533).

Bosost (= Bossost) (31TCH1531).

Caneján (31TCH1756), MA 454934, 2 pls.

Escaló (31TCH4715), MA 454948.

Espot (31TCH4517), MA 454930.

Lagos Colomes (31TCH2618).

Montgarri (31TCH3933), MA 454943.

Plá Batallá Viella (31TCH1926), MA 454945.

Pto. de la Banaigua (31TCH3924), MA 454899, y  
(31TCH3825), MA 454950.

Pto. del Portillón (31TCH1139), MA 454938.

Refugio de la Virgen de Ares (31TCH3023), MA 454949.

Rialp (= Rialb) (31TCH4700), MA 454932, 2 pls.

San Juan de Torán (31TCH1942), MA 454937, 2 pls.

Sorpe (31TCH4521), MA 454933, 2 pls.

Tabescán (31TCH5125), MA 454933, 2 pls.

Tor (31TCH6017), MA 454952.

Vilamós (31TCH1639), MA 454941.

SORIA: Pto. de Santa Inés (30TWH2251), MA 454884.

TERUEL: Alcalá de la Selva (30TXK9271), MA 454901.

PIMPINELLA SIIFOLIA LER.

CANTABRIA: Mirador de Fuente Dé (30TUN5075), MA 454886.

LEON: Pto. de Tarna (30TUN1972), MA 454884.

PALENCIA: Aguilar del Campoo. Las Tuerças (30TUN9731).

Camasobres (30TUN8969), MA 454881.

Velilla del río Carrión (30TUN4747), MA 501671.

PIMPINELLA TRAGIUM VILL.

ASTURIAS: Pto. de Tarna (30TUN1072), MA 454875.

GRANADA: S<sup>a</sup>. Nevada (30SVG6704), MA 454869;  
(30SVG611085), MA 454868, 2 pls. y (30SVG5803), MA 454867.

LEON: Cordiñanes "Mirador del Tombo" (30TUN4689), MA 454870, 2 pls.

Pto. de Tarna (30TUN1071), MA 454871, 2 pls.

PALENCIA: Camasobres (30TUN8969), MA 454872.

Velilla del río Carrión (30TUN4747), MA 501716, 2 pls.

PIMPINELLA VILLOSA SCHOUSB.

AVILA: Arenas de San Pedro (30TUK2151), MA 454862.

El Hornillo (30TUK2252), MA 454864.

Mombeltrán (30TUK2653), MA 454863.

GRANADA: Beas de Granada (30SVG583293), MA 454861, 2  
pls.

MADRID: Aldea del Fresno (30TUK9668), MA 454865, 2 pls.

Fresnedilla (30TUK9689).

PORTUGAL

BRAGANÇA: Cacarelhos (29TQG1801), MA 454860, 2 pls.

Malhades (29TQG2301), MA 454858, 2 pls.

Outeiro (29TQC0118), MA 454859, 2 pls.



NUEVAS LOCALIDADES HALLADAS POR NOSOTROS DEL GENERO PIMPINELLA L.

1.1. RELACION DE LAS PRINCIPALES CAMPAÑAS DE HERBORIZACION  
REALIZADAS POR NOSOTROS.

A lo largo de varios años hemos herborizado (como más significativas) las siguientes zonas:

ANDALUCIA.- En varias ocasiones viajamos a S<sup>a</sup>. Nevada (donde se localiza una especie endémica y una var. de P. tragium), por las dificultades que nos ha supuesto conseguir abundantes frutos, dada la escasez de P. procumbens y lo efímero de su proceso reproductivo.

ARAGON.- Hemos recorrido la S<sup>a</sup>. de Torrijas y parte de la S<sup>a</sup>. de Gúdar, para recolectar ejemplares de P. gracilis var. puberula.

CATALUÑA.- Se ha explorado con detenimiento el valle de Arán y sus inmediaciones, donde se han hallado abundantes localidades nuevas de P. saxifraga y de su var. dissecta.

En Tarragona herborizamos en el "Vall de Llèria" y en la S<sup>a</sup>. de Puigcervar.

CORDILLERA CANTABRICA.- Se han explorado parte de los Picos de Europa, correspondientes a Cantabria y Asturias, a

la vez, que se recolectó material en la zona montañosa de León y Palencia, donde también se desarrolla nuestro endemismo de P. siifolia.

ISLA DE MALLORCA.- Como los dos táxones endémicos que estudiamos de esta isla tienen diferente fenología, nos ha sido imprescindible acudir repetidas veces a esta isla, con la finalidad de obtener polen y frutos.

MADRID.- Hemos recolectado ejemplares en Somosierra, Aldea del Fresno, El Pardo y Fresnedilla.

PORTUGAL.- Se ha visitado especialmente los distritos de Bragança y Faro, donde se herborizó ejemplares de P. villosa, única especie del gén. Pimpinella existente en el país vecino.

#### 1.2. OTRAS PROCEDENCIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

También se ha obtenido material seminal procedente de los Jardines Botánicos de Duisburg y Essen (Alemania), así como del Banco de Germoplasma ("Proyecto Artemis"), de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid (E.T.S.I.A.M.).

El resto consiste en los pliegos de numerosos herbarios oficiales y particulares, de los que se han obtenido datos morfológicos, corológicos y fitosociológicos; consultados directamente por medio de visitas a las Instituciones correspondientes o a través de préstamos de material.

A continuación señalamos sus siglas, que se indicarán al referirnos a los mismos en el apartado de autocorología, de acuerdo con LANJOUW & STAFLEU (1964).

A) Herbarios oficiales.

BC y BC Sennen.- Inst. Bot. de Barcelona y Herb. Sennen.

BCB.- Dpto. Bot. Fac. Ciencias, Barcelona.

BCC.- Dpto. Bot. Fac. Biología, Barcelona.

BR.- Jard. Bot. Nat. Belgique., Bruselas.

COFC.- Dpto. Bot. Fac. Ciencias, Córdoba.

COI y COI Will.- Inst. Bot. "Julio Enriques", Univ. Coimbra y Herb. Willkomm.

FCO.- Fac. Ciencias, Oviedo.

FFG.- Fac. Farmacia, Granada.

GDA.- Cátedra de Bot. Fac. Farmacia, Granada.

GDAC.- Dpto. Bot. Fac. Ciencias, Granada.

LEB.- Dpto. Bot. Fac. Biología. León.

LISU.- Museu, Lab. Jar. Bot. (Inst. Bot.) Fac. Ciências, Lisboa (Portugal).

LOU.- Dpto. Forestal de Zonas Húmedas, Pontevedra.

MA y Herb. Malato-Belíz.- Inst. "A.J. de Cavanilles" Jard. Bot., Madrid.

MACB.- Dpto. Bot. Fac. Biología, Madrid.

MAF.- Lab. Bot. Fac. Farmacia, Madrid.

MGC.- Dpto. Bot. Fac. Ciencias, Málaga.

SALA.- Fac. Biología, Salamanca.

SANT.- Dpto. Bot. y Bot. Ecológica, Fac. Farmacia, Santiago de Compostela. (La Coruña).

SEV.- Dpto. Bot. Fac. Biología, Sevilla.

VAL.- Jard. Bot., Univ. Valencia.

VIT.- Inst. Alavés Nat. Dpto. Bot. Fenerogámica, Vitoria (Gasteiz).

B) Herbarios particulares:

Dr. D. C. Aedo (Santander).

Dr. D. F. Bonafé Barceló (Palma de Mallorca).

Dr. D. F. Esteve Chueca (Alcalá de Henares).

Dr. D. E. Lorient (Santander).

Citaremos seguidamente las siglas de los Herbarios pertenecientes a las correspondientes Instituciones

extranjerías, donde hemos escrito con la finalidad de localizar los distintos "typus".

- ATHU.- Atenas (Grecia).
- AV.- Avignon (Francia).
- AWH.- Amberes (Bélgica).
- B.- Berlín (Alemania).
- BM.- Londres (Gran Bretaña).
- BR.- Bruselas (Bélgica).
- BP.- Budapest (Hungría).
- C.- Copenhague (Dinamarca).
- CAS.- San Francisco, California (USA).
- CHUR.- Chur (Suiza).
- ER.- Erlangen (Alemania).
- FI.- Florencia (Italia).
- G.- Ginebra (Suiza).
- GH.- Cambridge (Gran Bretaña).
- GOET.- Gottinga (Alemania).
- GRM.- Grenoble (Francia).
- HAL.- Halle (Alemania).
- KW.- Kiev (Ucrania).
- LAU.- Lausana (Suiza).
- LD.- Lund (Suecia).
- LE.- Leningrado (Rusia).
- LINN.- Londres (Gran Bretaña).

- LISU.- Lisboa (Portugal).  
LTR.- Leicester (Gran Bretaña).  
LY.- Villeurbanne, Lyon (Francia).  
MANCH.- Manchester (Gran Bretaña).  
MPA.- Montpellier (Francia).  
MPU.- Montpellier (Francia).  
MW.- Moscú (Rusia).  
P.- París (Francia).  
PI.- Pisa (Italia).  
PR.- Praga (Checoslovaquia).  
PRC.- Praga (Checoslovaquia).  
UPS.- Upsala (Suecia).  
VER.- Verona (Italia).  
W.- Viena (Austria).  
WV.- Viena (Austria).  
Z.- Zürich (Austria).

#### **A.2. MATERIAL NO BIOLÓGICO**

Incluimos aquí todos los aparatos utilizados para llevar a cabo nuestro estudio, tales como: microscópios, lupas, micrótomos, etc... así como el material fungible empleado en las distintas técnicas, tal es el caso, de todos los colorantes, y diferentes reactivos (alcohol, xilol, aceite de clavo, etc), utilizados para poder obtener las

preparaciones necesarias, así como parafina, portaobjetos, cubreobjetos, etc., además del correspondiente material fotográfico.

Sin embargo, creemos que resulta más adecuado detallar este material, en cada uno de los apartados de este trabajo cuando se especifiquen las técnicas empleadas, por lo que se remite a los capítulos correspondientes.

## II.B. METODO

El método seguido es el tradicional en los trabajos de taxonomía, y consiste básicamente en el análisis comparado de los caracteres elegidos y estudiados para cada uno de los táxones, a fin de localizar aquellos que tengan valor diagnóstico y nos permitan establecer claras diferencias entre las especies, así como elaborar claves sencillas para su identificación.

El proceso seguido es el que comentamos a continuación:

### B.1. REVISION BIBLIOGRAFICA

Hemos comenzado por realizar una revisión bibliográfica tan profunda como nos ha sido posible, tanto de textos generales como de las publicaciones específicas del gén. Pimpinella L. y afines.

Ello nos ha permitido, de un lado, realizar un seguimiento histórico de la nomenclatura del grupo y de otro lado, conocer los caracteres que los distintos autores han considerado significativos, a fin de comprobar su validez cuando se aplican a poblaciones amplias de individuos.

Además, hemos podido obtener numerosos datos relativos a corología, sintaxonomía y ecología de las especies objeto de estudio.

## B.2. PLANTEAMIENTO DE LAS HIPOTESIS

En primer lugar se ha tenido en cuenta, la necesidad de realizar una valoración de los caracteres, a fin de elegir aquellos que nos proporcionasen resultados más fiables. Hemos concluido que podían considerarse suficientemente fructíferos los siguientes:

a) Macromorfológicos, que con frecuencia, y debido al gran polimorfismo de algunas de las especies tratadas, no son excelentes pero que, en todo caso, son de estudio obligado para elaborar las descripciones de cada taxón.

b) Microanatómicos, donde incluimos el estudio de la epidermis foliar y secciones de frutos, que se han revelado como caracteres de gran valor en taxonomía.

c) Cariológicos, referidos a recuentos cromosómicos, de los cuales no había apenas información para el género tratado y que nos han aportado excelentes datos.

d) Palinológicos, de los que también hemos obtenido información significativa.

e) Autocorológicos y fitosociológicos, que nos han demostrado ser de utilidad a la hora de discriminar a las especies e incluso a las subespecies.

f) Fenológicos, los que han mostrado gran homogeneidad para el conjunto del gén. Pimpinella con la excepción de P. bicknellii, que manifestó ser diferente en todos sus detalles como se explicará a lo largo de esta memoria.

En segundo lugar, y considerando ahora el trabajo taxonómico, mediante el estudio comparado de los caracteres elegidos, nos proponíamos comprobar las siguientes cuestiones:

1) Si Pimpinella bicknellii Briq. es una especie bien adscrita al género o si, por el contrario, existen diferencias notables que permitan su separación del mismo.

2) Dentro de Pimpinella major (L.) Huds., se ha descrito la var. vulgaris Mutel, con la forma rugosa y la forma rubella ambas de Thell. El estudio de la variabilidad intraespecífica del taxón, nos permitirá conocer si tales

variedades tienen existencia real.

3) Si Pimpinella siifolia Ler., debe permanecer dentro del gén. Pimpinella o, por el contrario, debe excluirse del mismo.

4) Otra cuestión a resolver es comprobar si las plantas españolas de Pimpinella tragium Vill. deben encuadrarse dentro de la subsp. lithophylla (Schischkin) Tutin.

5) Igualmente intentaremos precisar, si las variedades de Pimpinella tragium Vill. existentes en España (var. balearica, glauca y leriensis), corresponden también a la subsp. anteriormente citada.

6) El análisis de la variabilidad, tanto intra como interespecífica, será otro de los puntos de nuestro estudio, a fin de delimitar con precisión unas especies de otras y averiguar los polimorfismos existentes.

7) Trataremos de localizar y estudiar los "typus" de los distintos táxones, con especial interés de los endemismos españoles, cuyo paradero es desconocido.

En tercer lugar, y en el orden nomenclatural, nos hemos

planteado si los nombres adscritos a los táxones (y sus sinonimias), así como sus tipos son los correctos -según el C.I.N.B.- o si es necesario establecer algún cambio.

### **B.3. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSION**

Se exponen los resultados del trabajo experimental y se analizan los caracteres elegidos, de manera comparada, permitiendo discutir acerca del modo en que confirman o refutan las hipótesis propuestas.

### **B.4. CONCLUSIONES**

En ellas se da respuesta a cada uno de los problemas planteados, en función de los datos obtenidos mediante el análisis comparado de los caracteres.

## **II.C. TECNICAS**

En cuanto a las técnicas utilizadas en cada uno de los estudios parciales considerados, y como ya hemos expresado en el material utilizado, serán descritas en los apartados correspondientes.

III

RESULTADOS Y DISCUSION DEL:

### III.A. ESTUDIO MORFOLOGICO

Un estudio de los caracteres macromorfológicos es imprescindible en un trabajo de este tipo, a fin de delimitar los táxones en función de los hechos más fácilmente observables: los de la superficie externa.

Es fundamental además, cuando se trata de plantas considerablemente polimorfas, conocer los rangos de variación entre los que se mueve cada carácter, con una doble finalidad: de un lado tomar la medida de la fijeza (o lo contrario) de cada carácter y, de otro lado, poder realizar descripciones precisas de cada taxón.

Por todo ello se ha tomado nota de cerca de un centenar de caracteres, tanto cualitativos como cuantitativos que relatamos a continuación:

#### Biotipo

##### Raíz

forma

dimensiones

##### Cepa

##### Tallo florífero

tipo de ramificación

dimensiones

indumento

Hojas basales

forma

dimensiones

número

Vaina

forma

dimensiones

margen

Pecíolo

dimensiones

indumento

Pinnas

forma

dimensiones

número por hoja

margen

Pinnulas

forma

dimensiones

número por pinna

margen

Hojas caulinares medias

forma

dimensiones

número

Vaina

forma

dimensiones

margen

Pecíolo

dimensiones

indumento

Pinnas

grado de división

Hojas caulinares superiores

forma

grado de reducción

número

Involucro

Brácteas

forma

dimensiones

número

margen

indumento

Umbela

Radios umbelares

dimensiones en flor y fruto

número

indumento

Involucelo

Bracteólas

forma

dimensiones

número

margen

indumento

Umbélula

Pedicelos

dimensiones en flor y fruto

número

indumento

Flor

color

forma

dimensiones

Sépalos

forma

dimensiones

número

indumento

Pétalos

forma

dimensiones

número

indumento

Estambres

Filamento

forma

color

dimensiones

indumento

Antera

forma

color

dimensiones

Ginaceo

Ovario

forma

indumento

Estilopodio

forma

color

margen

indumento

Estilo

forma

dimensiones

persistencia

Estigma

forma

Fruto

forma

color

dimensiones

indumento

Mericarpos

Costillas

Comisura

Estos caracteres fueron anotados de veinticinco ejemplares de cada población (siempre que nos fue factible), siendo varias de éstas, las estudiadas en todos los táxones, a fin de conocer los límites de su variabilidad intraespecífica y determinar aquellos que, por su valor diagnóstico, permitan diferenciar unas especies de otras.

**A.1. MATERIAL Y TECNICAS EMPLEADAS**

Las muestras estudiadas proceden en gran medida de los veinticinco pliegos recolectados por nosotros mismos, de cada población herborizada, pero también, en parte, de los

abundantes ejemplares que hemos recibido en préstamo de los numerosos herbarios, cuya relación consta en el apartado de "material biológico", de esta memoria.

Para facilitar el estudio hemos elaborado tablas, en cuyas columnas se anotaron los datos elegidos y en las filas los ejemplares de la población estudiada. Se ha procurado que éstas estuvieran alejadas unas de otras, intentando abarcar, en lo posible, todo el área del taxón.

El análisis de estas tablas nos permitió conocer los márgenes inferior y superior de cada carácter, así como los valores más frecuentes que presenta, facilitándonos el estudio de la variabilidad intraespecífica, y proporcionándonos las bases para el estudio de la variabilidad interespecífica.

#### **A.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO MORFOLOGICO**

Comenzaremos, especie por especie, a comentar su grado interno de variabilidad, destacando la fijeza o versatilidad de sus caracteres, comparándolas (cuando sea el caso) con los táxones infraespecíficos descritos en su seno.

Continuaremos con un análisis de su variabilidad interespecífica (cuadros 5 a 10), señalando los caracteres diferenciales más notables entre unas especies y otras, aquellos que permiten su delimitación y diagnosis.

### 2.1. VARIABILIDAD INTRAESPECIFICA

#### P. BICKNELLII BRIQ.

Es taxón vivaz, de aspecto inconfundible debido a la fijeza de sus caracteres; el tallo florífero varía entre 30 cm y algo más de un metro, es macizo en la base, pero se hace fistuloso después de la primera hoja caulinar, reduciéndose este canal al fructificar la planta, a la vez que se lignifica el tallo. Tiene la superficie surcada por estrias desiguales: anchas y estrechas, sin orden determinado.

Las hojas que son tripinnadas pasan a bipinnadas y finalmente a pinnatisectas, a la vez que disminuye su tamaño, a medida que se asciende por el tallo, pero todas responden al mismo esquema morfológico (salvo las superiores, reducidas a la vaina).

Las pinnas son subtriangulares, mientras que las pinnulas son subovales y asimétricas, pero todas profusamente dentadas (Lám. 1, fig. 1).

Las umbelas terminales poseen en general, más radios umbelares que las laterales. Las brácteas (0-) 1-2 (-3), suelen caerse al madurar el fruto (Lám. 1, fig. 2).

De las umbélulas, las 5 más externas, llegan a la antesis aproximadamente al mismo tiempo, mientras que las restantes (1-3), centrales y erectas tardan más en alcanzar la florescencia; lo mismo acontece con las florecillas de cada umbélula, cuya floración es centripeta.

Los radios umbelares de vez en cuando presentan algún tricoma, siendo P. bicknellii planta considerablemente glabra, con el indumento reducido a márgenes foliares y nervadura foliar por el envés.

Los caracteres florales son también bastante fijos, señalamos que los estilos, después de la fecundación, se curvan sensiblemente hacia afuera, constituyendo un pico grande, persistente y "sui generis" (Lám. 2).

*P. bicknellii* Briq.

LAM. 1

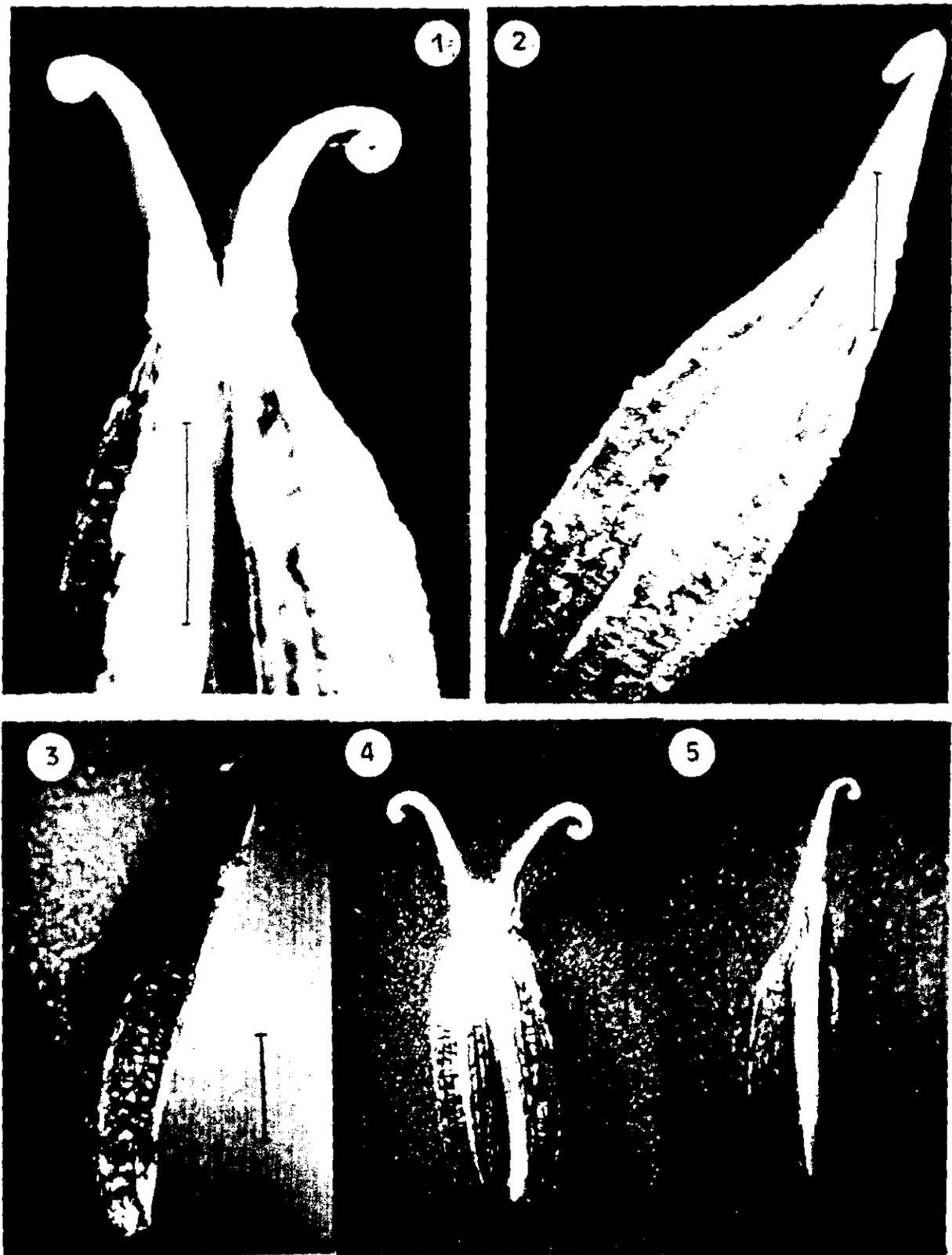
Aspecto del margen  
foliar.



Escale gráfica = 0,5 cm.



Umbela compuesta

*P. bicknellii* Briq.

1) Detalle de la parte superior de un cremocarpio ubicado lateralmente, observarse los estilos en espiral. 2) Mericarpio visto lateralmente. 3) Mericarpio en posición lateral. 4) Cremocarpio completo, situado lateralmente. 5) Mericarpio colocado ventralmente para observar la zona del coróforo. Escala gráfica = 1 mm.

P. GRACILIS (BOISS). PAU

Es también planta inconfundible debido a su aspecto esbelto y endeble , del que deriva su epíteto específico, no obstante ser de talla muy variable 55 (-115) cm y presentar gran polimorfismo foliar y de indumento.

Su raíz tiene estriación transversal en los 4 primeros centímetros y longitudinal en el resto; posee pocas y débiles raíces secundarias.

Los tallos floríferos son algo más gruesos en la var. puberula (3-4 mm en la base y 1 en el ápice), que en la especie típica (2-3 mm en la base y 0,5 en el ápice) y, desde luego mucho más pubescentes. En ambos táxones, el número y tamaño de los tricomas disminuye hacia lo alto, resultando glabro el ápice de la especie típica, y con pelos esparcidos la var. puberula, en ésta, el indumento caulinar se localiza preferentemente en las crestas de la superficie del tallo.

Del tallo principal parten unas 8 a 10 ramas laterales en su primer orden; las cuales, a veces, salen muy cerca del suelo, a unos 3 cm, en cuyo caso pueden faltar las hojas basales.

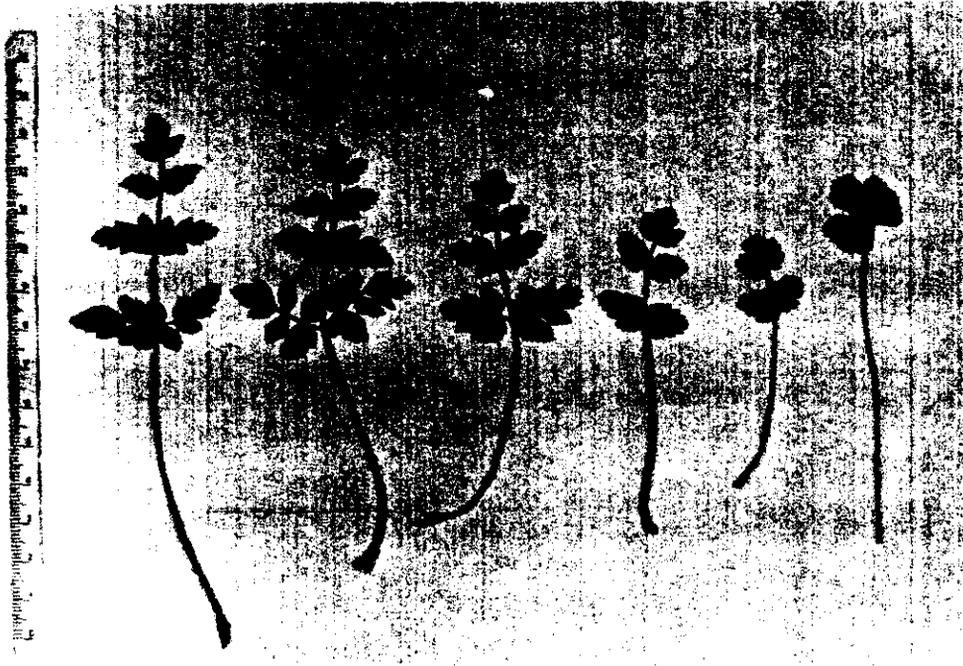
Las primeras hojas primaverales son sencillas, de forma subcircular o subcordiforme, con el margen dentado; después nacen tripartidas, para dar paso a hojas pinnatisectas imparipinnadas, con segmentos trilobados y borde dentado obtuso, constituidas primero por tres pinnas con sus correspondientes peciólulos; a continuación aparecen las hojas adultas, que con frecuencia tienen la base de las pinnas truncada y sin dientes (Lám. 3).

El indumento foliar es otro carácter que discrimina a la var. puberula de la especie típica, por tener aquella más tricomas en vaina y pecíolo, y considerablemente más denso en margen y envés foliar.

En ambos casos los radios umbelares centrales son más cortos que los radiales, por tratarse de inflorescencias centrípetas; pero son ligerísimamente más cortos, gruesos y con algunos tricomas en la var. puberula, sucediendo lo mismo en los pedicelos.

Los sépalos son glabros en la especie típica y ligeramente pubescentes en la var. puberula.

Los pétalos de color amarillo intenso en la especie típica y amarillo verdoso en la var. puberula, aparecen con

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

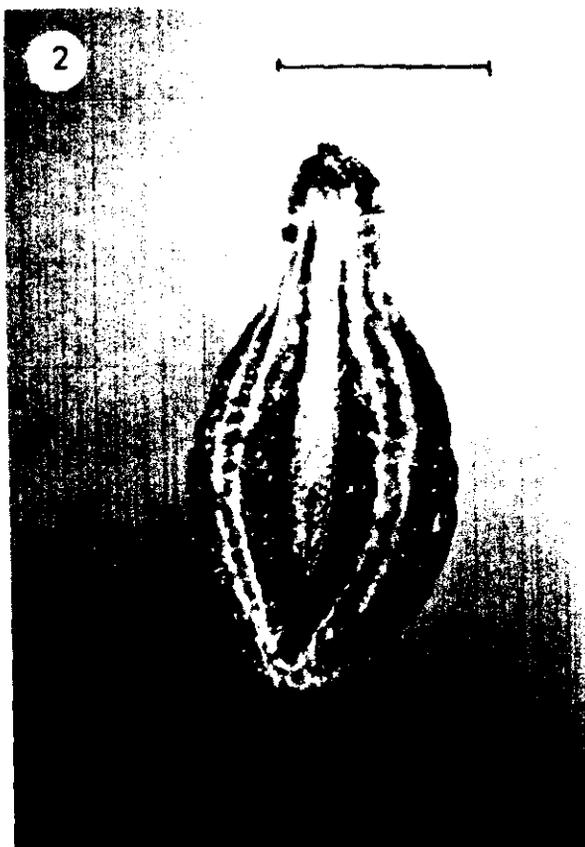
Sucesión foliar en la var. puberula (Loscos & Pardo) Font i Quer. Hoja juvenil a la derecha, serie creciente a la izquierda.

el dorso ligeramente hendido por un surco, en ambos táxones. Hemos podido comprobar que en la población de "Fuente del Gavilán" (S<sup>a</sup>. de Torrijas, Teruel), en ocasiones algunas flores presentan abundantes puntos rojos en los pétalos, e incluso todos los pétalos rojizos. En la población de la "Ermita de Puigcerver" (Tarragona) (también perteneciente a la var. puberula), observamos repetidas veces rayas rojas en ambos lados de los pétalos. Asimismo, algunos estambres presentan las anteras rojas antes de madurar y después pasan a amarillas. En algunos ejemplares de la especie típica, se observa el punto de unión entre el filamento y la antera de color rojo.

Antes de abrirse los pétalos, ya está maduro 1 estambre y el resto lo va haciendo escalonadamente, no suele encontrarse más de 2 anteras maduras a la vez, lo que favorece la alogamia.

Al comenzar a madurar el fruto, el margen del estilopodio se ondula (Lám. 4, fig. 1), aparecen pliegues y adquiere un tono marrón-purpúreo.

El fruto es más comprimido lateralmente que en otras especies (salvo P. procumbens) y sus costillas presentan un color más claro que el resto del cremocarpo (Lám. 4, figs.

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

- 1) Cremocarpus visto lateralmente, observese los pliegues del estilopodio (Población de Beas de Granada).
- 2) Mericarpus en posición ventral (Población de Maimó, Alicante).
- 3) Mericarpus colocado dorsalmente, destacándose las costillas en blanco (Población de Maimó, Alicante).

Escala gráfica = 1 mm.

2-3 y Lám. 5, figs. 1-3).

Tanto el ovario como el fruto son glabros en la especie típica, presentando indumento en la var. puberula, que se pierde en buena medida con la maduración (Lám. 5).

En el CUADRO 1, se resumen las diferencias morfológicas encontradas entre P. gracilis y su var. puberula.

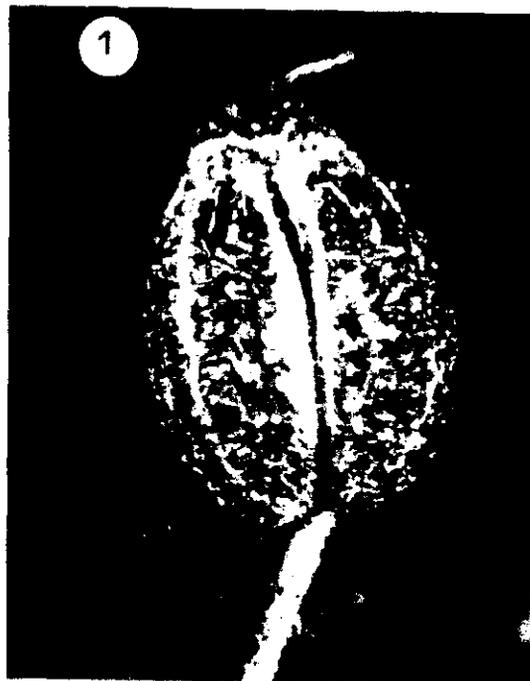
P. MAJOR (L.) HUDS.

Es una especie robusta, extraordinariamente polimorfa, midiendo desde 30 cm hasta 125 de altura.

El tallo de unos 8 mm. de diámetro en su base, donde es macizo, con médula blanca, se torna prontamente fistuloso; pudiendo ser glabro o pubescente y en éste caso con mayor abundancia de pelos en la zona basal, disminuyendo su número al ascender por el tallo florífero; se presenta surcado con valles verdosos, en ocasiones con varias estrías, y las costillas amarillentas, si bien, al florecer, a veces, todo el tallo toma un color rojizo.

A partir de la segunda o tercera hoja caulinar

*P. gracilis* (Boiss.) Pau  
 Var. *puberula* (Loscos & Pardo) F.Q.



- 1) Cremocarpus fotografiado lateralmente (población de la "Ermita de Puigcerver", Tarragona).  
 2) Mericarpo en posición ventral (población de Alcalá de la Selva, Teruel).  
 3) Mericarpo ubicado dorsalmente (población de Alcalá de la Selva, Teruel).

Escala gráfica = 1 mm.

DIFERENCIAS ENTRE P. GRACILIS (BOISS) PAU Y P. GRACILIS

VAR. PUBERULA (LOSCOS & PARDO) FONT Y QUER

Caracteres del taxon	<u>P. gracilis</u>	<u>P. gracilis</u> var. <u>puberula</u>
Planta	Glabra	Pubérula
Diámetro del tallo florífero, en la base y ápice.	2-3 y 0,5 (mm)	3-4 y 1 (mm)
Radios umbelares < <ul style="list-style-type: none"> <li>Número</li> <li>Indumento</li> <li>Long.en flor</li> <li>Long.en fruto</li> </ul>	(2-)3-4 (-8) Glabros 0,5-1 (cm) 2-4,5 (cm)	(2-) 3 (-5) Pubérulos 0,4-0,8 (cm) 0,7-1,5 (cm)
Pedicelos < <ul style="list-style-type: none"> <li>Número</li> <li>Indumento</li> <li>Long.en flor</li> <li>Long.en fruto</li> </ul>	(2-)3-4 (-7) Glabros 1,5-2,5 (mm) 7,5-8,5 (mm)	(2-) 3-4 (-6) Pubérulos 1-2 (mm) 4-5 (mm)
Sépalos	Glabros	Pubérulos
Pétalos < <ul style="list-style-type: none"> <li>Color</li> <li>Indumento</li> </ul>	[Amarillo Intenso Glabros	[Amarillo Verdoso Pubérulos
Ovario y fruto	Glabros	Pubérulos
Hábitat < <ul style="list-style-type: none"> <li>Altitud</li> <li>Provincias</li> </ul>	900-2.000 m  Bética	500-1.550 m. Catalano- Valenciano- Provenzal < Castellano- Maestrazgo Manchega  Murciano- Almeriense.

comienzan a surgir las ramas, frecuentemente ramificadas de nuevo y acabadas en umbeles compuestas, lo cual da a la planta un aspecto algo ramoso y folioso, máxime cuando no es raro que salgan varios tallos floríferos de la misma cepa.

En los ejemplares pequeños, la primera rama puede nacer a 6 cm de la base, pero a medida que éstos están más desarrollados tardan más en ramificarse, pudiendo alcanzar c. de 50 cm sin ramas.

Las primeras hojas primaverales, de aparición temprana (p. ej. febrero en Somosierra) son sencillas, pecioladas, redondeadas o aovadas, trilobuladas y crenado-dentadas; las siguientes presentan 3 pinnas ovales, al principio el segmento terminal es sencillo pero luego se hace trífido; después aparecen hojas con 5 pinnas y finalmente las hojas adultas con 7-9 segmentos; cada vez, las pinnas son menos redondeadas y más ovales.

El tamaño de las hojas basales varía considerablemente (de 19-60 cm) de acuerdo con el medio en que se desarrolla la planta. Sus pinnas son de color verde claro, con algunas papilas por la haz y más pálidas y pubescentes por el envés, principalmente en nervios y margen; con frecuencia son rugosas y algo brillantes, el pecíolo posee de 7-9 haces

vasculares y los peciólulos sólo presentan un haz conductor (Lám. 6).

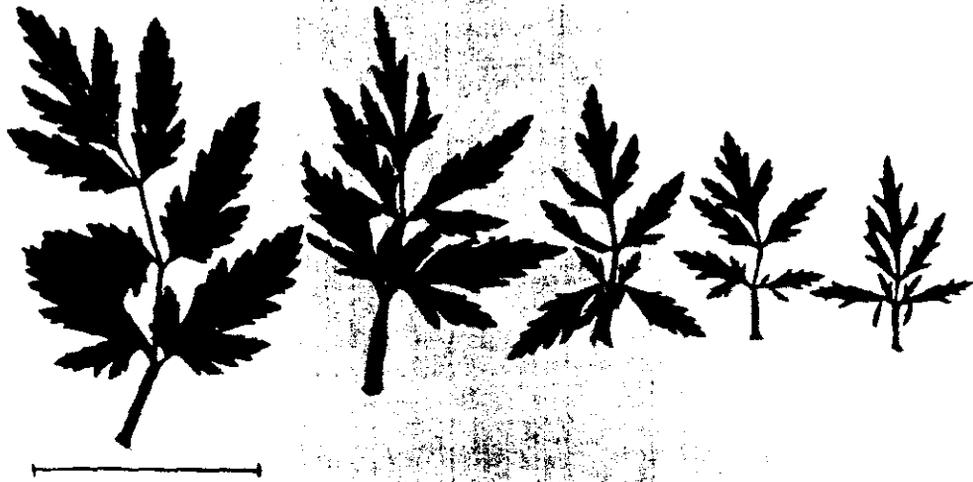
Las plantas no suelen florecer durante el primer año de vida. Al hacerlo, conservan las hojas caulinares con color verde hasta que el fruto madura, no obstante, las basales se secan antes.

El número de radios umbelares varía entre 7 y 26 y sus dimensiones, tanto en flor como en fruto, muestran rangos de variación muy grandes. Lo mismo sucede con los pedicelos que oscilan de 8 a 30 y excepcionalmente en ocasiones hemos podido contar hasta 50, los externos son más largos que los centrales, igual acontece con los radios umbelares, lo que determina que las flores están en el mismo plano (umbelas planas).

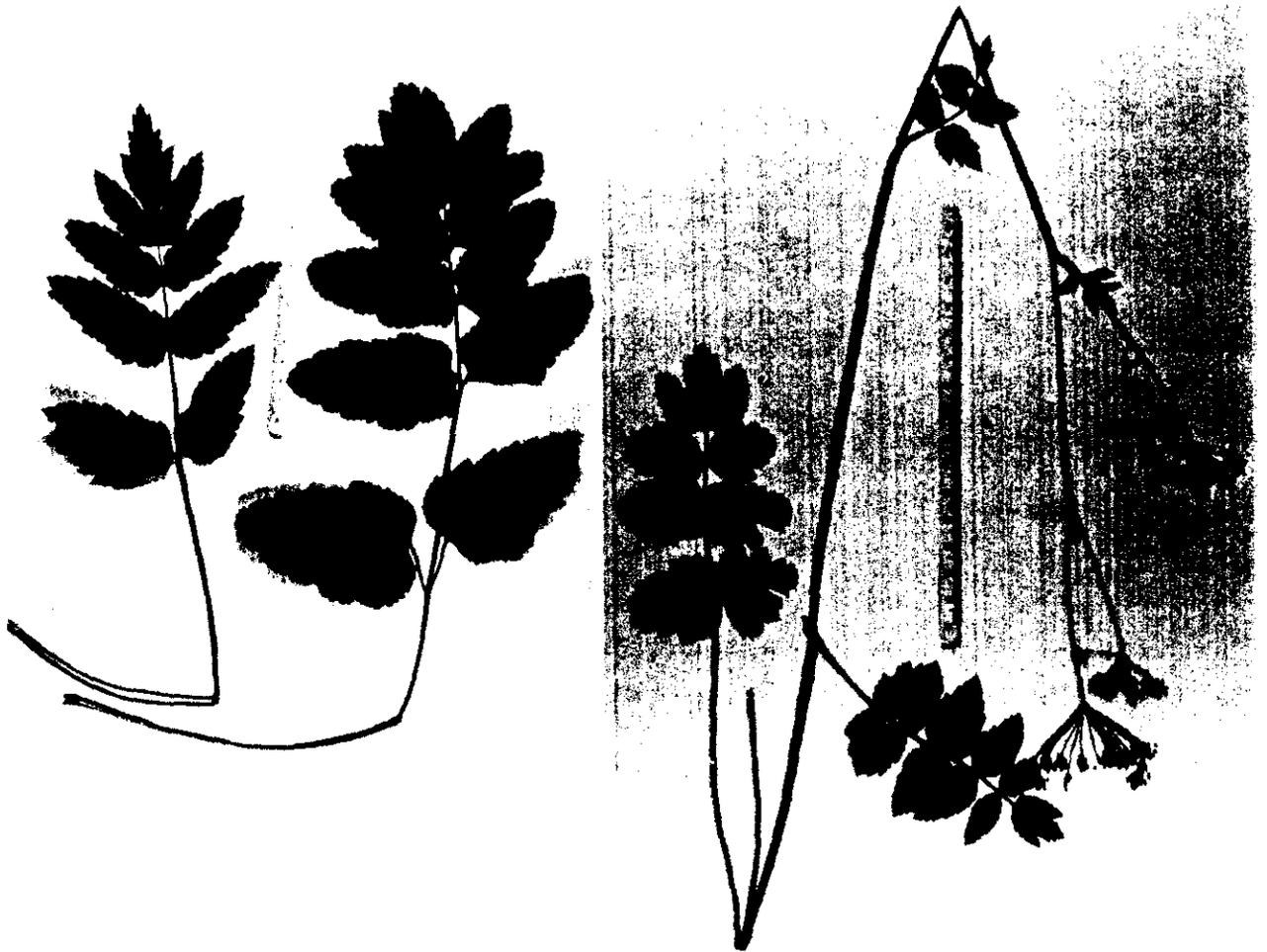
El indumento de radios umbelares y pedicelos (en caso de existir) se desprende en su inmensa mayoría al llegar la antesis.

Las flores periféricas son algo mayores que las centrales y alcanzan antes la florescencia, de forma que cuando la logran éstas, las externas han perdido los estambres, aunque aún conservan los pétalos; éstos suelen

*P. major* (L.) Huds.



Sucesion foliar de hojas caulinares superiores de izquierda a derecha. Escala gráfica = 5 cm.



Hojas adultas

Aspecto de una planta completa

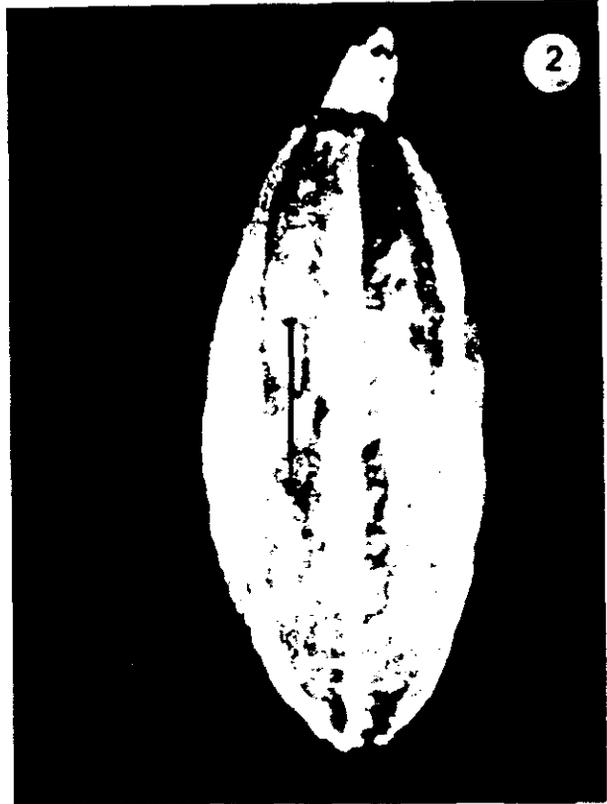
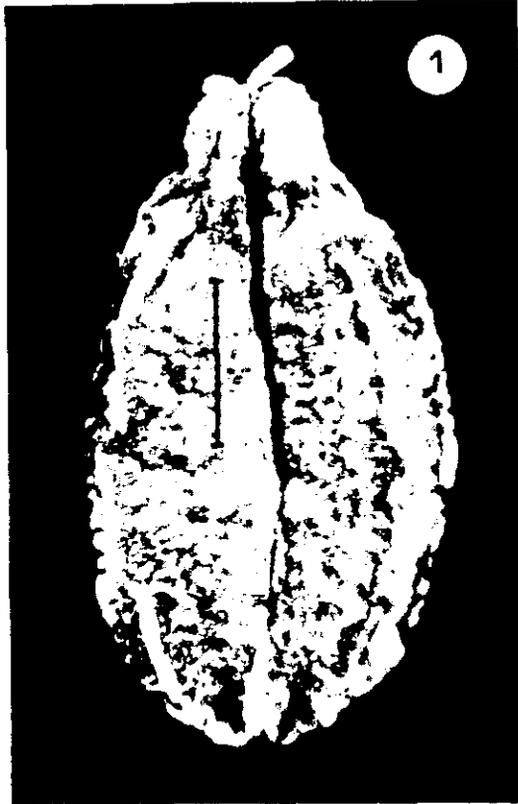
tener color variable, desde el blanco hasta el púrpura y con frecuencia presentan en el dorso un surco amarillo claro que se extiende hasta la punta de la lacínula; las cuales se encuentran extendidas hacia el centro de la flor en el capullo y al llegar la antesis, se curvan y se hacen inflexas.

Al principio del otoño maduran los frutos alcanzando de 2,5 hasta 5 mm de longitud, toman color marrón y las costillas blanquecino (Lám. 7, figs. 2-3 y Lám. 8, fig. 1), al mismo tiempo los radios umbelares y los pedicelos se aproximan, resultando umbelas y umbélulas más compactas.

Dado el gran polimorfismo de esta especie no es de extrañar que, a través de los años, se hayan descrito numerosas variedades y formas, la mayoría de ellas no bien definidas, TUTIN (1968:332) con criterio sintético y a la falta de caracteres sólidos que las avalen, no las considera.

Nosotros nos hemos limitado a estudiar la única variedad de esta especie, con dos formas de las que se admite su presencia en la Península Ibérica. Estas son:

P. major (L.) Huds. var. vulgaris Mutel, f. rugosa

*P. major* (L.) Hudson

Frutos de la población de Somosierra (Madrid).

1) Cremocarp en posición lateral.

2) Mericarpo visto dorsalmente.

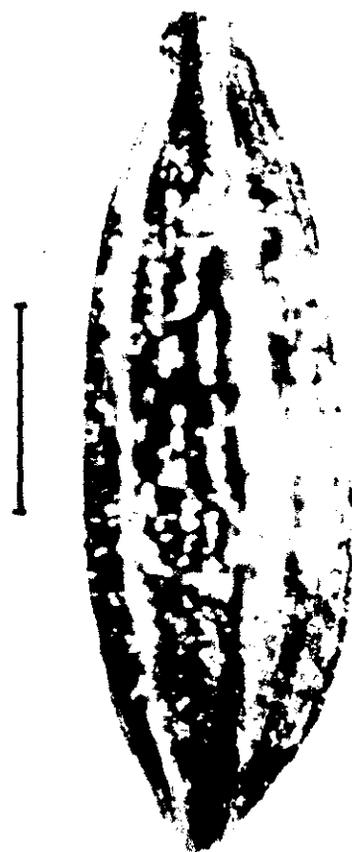
3) Fruto anómalo, constituido por tres mericarpos.

4) Mericarpo en posición ventral con su correspondiente rama del carpóforo.

Escala gráfica = 1 mm.

*P. maior* (L.) Huds.

2



- Frutos de la población de Arlanzón, Burgos.  
 1) Cremocarp visto lateralmente.  
 2) Mericarpo en posición dorsal.  
 3) Mericarpo ubicado lateralmente.  
 4) Mericarpo fotografiado por la zona ventral.

Escala gráfica = 1 mm.

Thell.

P. major (L.) Huds. var. vulgaris Mutel, f. rubella

Thell.

La primera debe tener, según la literatura, los siguientes caracteres: flores blancas, tallo robusto, elevado, hojas inferiores grandes, pinnas anchas, subcordadas, oval-oblicuas, dientes grandes, obtusos, mucronados o sublobados.

En nuestro criterio y dado el amplio margen de variabilidad de la especie, cualquier planta con los caracteres mencionados, caería dentro de su rango general. No es posible, de otro lado correlacionar tal síndrome morfológico con un área determinada, habiendo sido citada la forma rugosa en Santander (WILLKOMM & LANGE, 1880, 3:99) y entre Canales y Güejar (Granada) (op. cit.). Plantas con el aspecto mencionado han sido herborizadas por nosotros en Hoyocasero (Avila), existiendo un pliego (MA 87561) leg. Isern (1855), correspondiente a dicha localidad abulense.

La segunda forma se caracteriza por presentar flores de color rosado, de aquí su nombre, admitiéndose polimorfismo para los demás caracteres.

Por nuestra parte hemos encontrado P. major con flores rosadas en diversos lugares del Pirineo central y occidental; pero en más de una ocasión y en el mismo tallo junto a umbelas blancas hemos observado umbelas rosadas, lo que pone de manifiesto la falta de fijeza del color y la no pertinencia de reconocer la forma rubella, a falta de caracteres sólidos que la sustenten.

P. PROCUMBENS (BOISS) PAU

El nombre específico de esta planta fue elegido por Boissier, en atención a los numerosos tallos tendido-ascendentes que presenta, lo que le diferencia de P. gracilis, con la que muestra numerosas afinidades.

De las especies estudiadas es la que posee menor tamaño, no llegando a alcanzar el medio metro.

En conjunto es planta menos polimorfa que otras especies de Pimpinella, siendo sus caracteres bastante estables, variando dentro de márgenes no muy grandes.

Los restos de los pecíolos y vainas de las abundantes hojas basales quedan recubriendo la cepa, al llegar la fructificación y secarse, protegiendo así las yemas de la

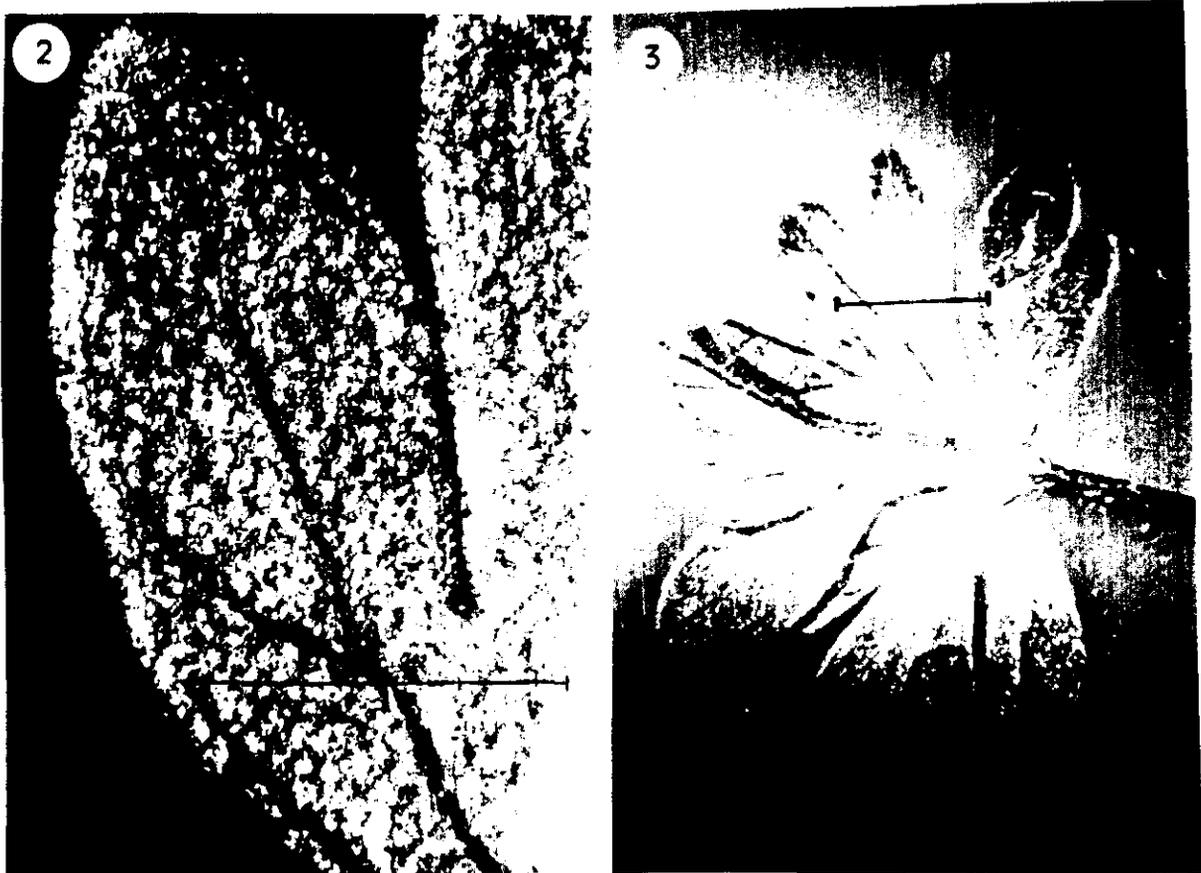
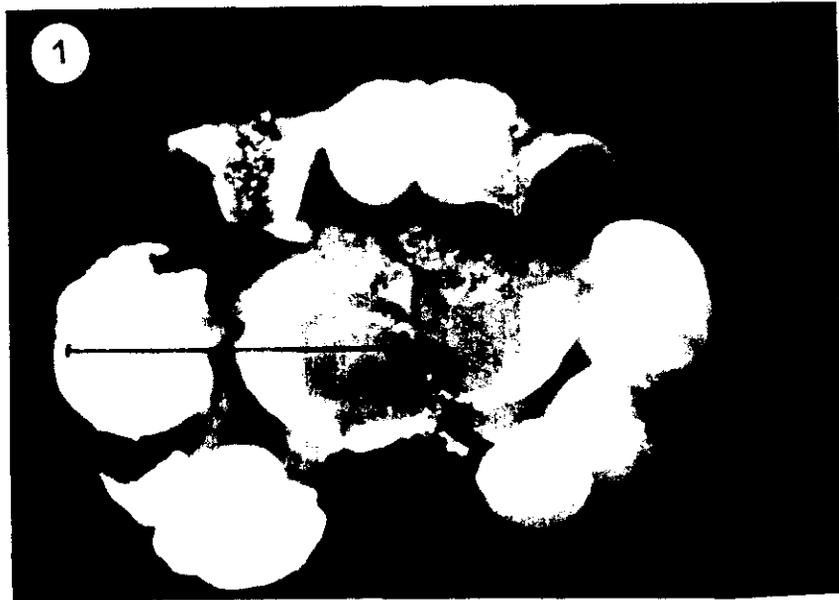
planta del intenso frío hiemal, ya que se trata de un endemismo nevadense.

Las hojas están cubiertas de cortos y escasos pelos antrorsos, especialmente en el margen foliar y nervios por el envés (Lám. 9, figs. 2-3).

Umbelas y umbélulas, como sucede en otras especies, son péndulas hasta el momento de la florescencia.

Los pétalos presentan un color verde amarillento en el capullo que pasa a amarillo intenso en la antesis. Algunas flores muestran en ellos 3 líneas rojas en el dorso, desde el ápice a la base, o bien pequeñísimas máculas rojas en la uña y en los filamentos estaminales; éstos no son tan largos como en otras especies estudiadas por nosotros. El conectivo se encuentra cerca del extremo superior de la antera, en el dorso de las tecas; al madurar éstas suele aparecer en la unión de ambas tecas una línea perpendicular marrón, tomando el dorso de las mismas un color beige.

Después de la fecundación, los estilos crecen y se hacen divergentes, llegando casi hasta la base del estilopodio. Con la maduración del fruto, los estilos toman un color rojizo que después vira a marrón, a continuación se

*P. procumbens* (Boiss.) Pau

1) Flor

2) Pinnula. Envés con algunos pelos en el margen y los nervios.

3) Pinna terminal trifoliada. Envés. Escala gráfica = 1 mm.

secan y se desprenden, por tanto, faltan en los frutos maduros. (Lám. 10, fig. 3).

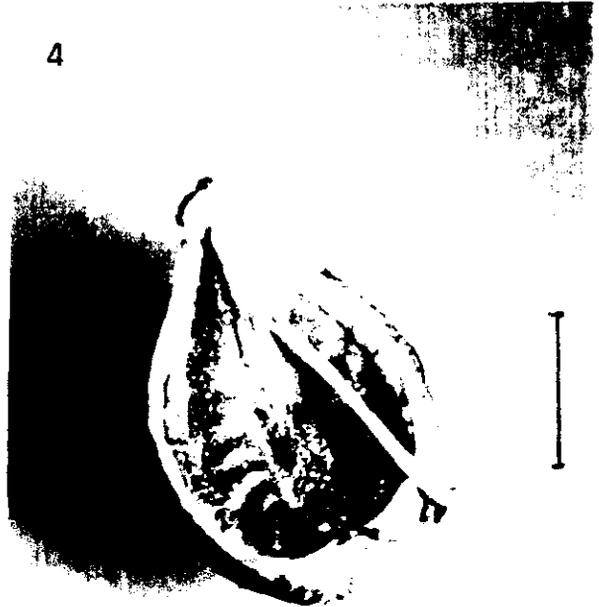
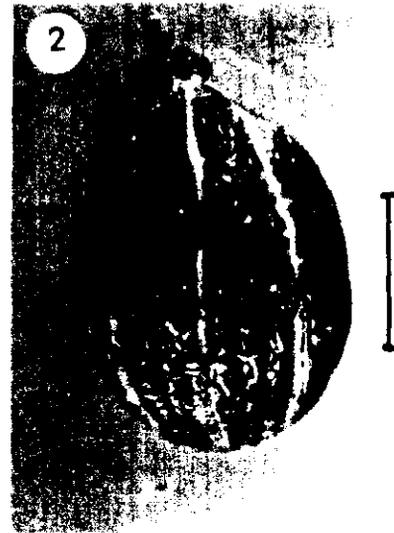
Los mericarpos se desprenden de acuerdo con el tiempo transcurrido desde su fecundación, haciéndolo primero el que antes maduró, con su correspondiente rama del carpóforo y después el otro (Lám. 10, fig. 4).

P. SAXIFRAGA L.

Es tal vez, junto a P. major, con la que frecuentemente se confunde, la más polimorfa de las especies estudiadas.

Planta extraordinariamente variable en altura, pudiendo medir desde un palmo hasta cerca de un metro; también lo es en cuanto a pubescencia y forma de las hojas (Lám. 11). El gran polimorfismo del taxón ha motivado la creación en su seno de varias especies, por unos autores y variedades o formas por otros.

Entre las poblaciones estudiadas por nosotros, la mayoría son pubescentes, tal es el caso de las plantas de Lafortunada y Pineta (Huesca); Potes, Linares y Fuente Dé (Cantabria); Tor, Rialp, Areo y Presa de Gaus (Lleida) y Alcalá de la Selva (Teruel). Pero hemos hallado poblaciones

*P. procumbens* (Boiss.) Pau

- 1) Ovario con el estilopodio muy desarrollado y los estilos paralelos.  
 2) Mericarpo en posición dorsal.  
 3) Cremocarpo visto lateralmente.  
 4) Unión de la rama del carpóforo con el mericarpo, en su superficie ventral. Escala gráfica = 0,65 mm.



Fig. 245a. *Pimpinella saxifraga* L. subsp. *eu-saxifraga* Thell. — s bis r: var. *minor* Sprengel und var. *ovata* Sprengel (zusammen = Type *Latifolia* Petersen); a bis f: var. *intercedens* Thell. (= Type *Intermedia* Petersen); g bis r: var. *dissecta* (Retz) Sprengel (c bis l: Type *Intermedia-Dissecta* Petersen; m bis r: Type *dissecta* Petersen). Alle Bilder nach Petersen.

Distintos aspectos mostrados por las hojas de *P. saxifraga* L. (en HE GI, G. 1926)

lampiñas en el Mirador de Arenas y Niserias (Asturias) y en algunas zonas del "Vall Ferrera" (Lleida).

La raíz por dentro es carnosa y contiene según FONT I QUER (1980:497) grandes cantidades de pimpinelina (sustancia amarga), así como su isómero, isopimpinelina y pequeñas cantidades de esencia de pimpinela; su jugo despide un fuerte olor a macho cabrío, según señala BONNIER (1921:114).

La cepa puede conservar restos de las vainas foliares, especialmente si la planta crece en zonas frías, pues le sirven de protección frente a las bajas temperaturas.

El tallo florífero presenta, en ocasiones, un canal capilar central; lo más frecuente es que tenga de 3-5 hojas basales que se reducen a 1-4 al florecer, las cuales se marchitan cuando la planta fructifica, desprendiéndose o manteniéndose secas en la base.

Las primeras hojitas primaverales son redondeadas, trilobuladas, para pasar a poseer tres pinnas, de las cuales la terminal es tripartida; sucesivamente aparece mayor número de pares de pinnas a lo largo del raquis foliar, manteniéndose el segmento terminal más o menos trilobulado. En las hojas adultas, las pinnas inferiores sufren mayor o

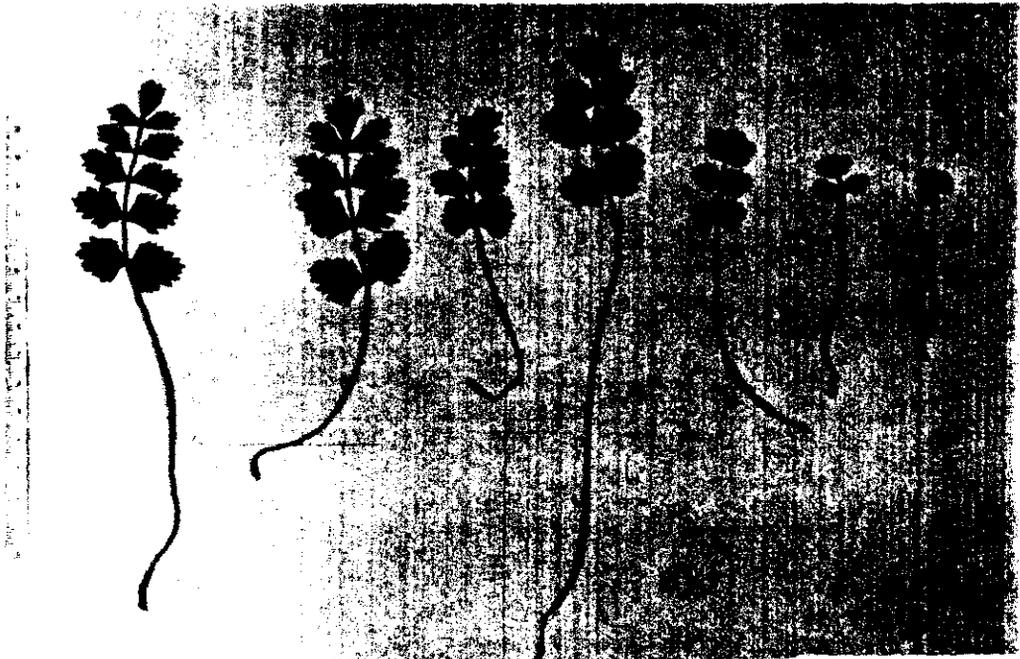
menor grado de división, hasta alcanzar el polimorfismo propio de esta especie (Láms. 11 y 12).

Las umbelas terminales presentan mayor número de radios que las laterales y son las primeras en florecer y fructificar. Frecuentemente las umbelas laterales, que nacen alternas en el tallo, poseen 1 hipsófilo en la base de la rama florífera y 1 ó 2 en el pedúnculo; por el contrario no hay tales hipsófilos en la umbela terminal, ni tampoco en la principal de las ramas laterales, en el caso de que éstas posean varias umbelas.

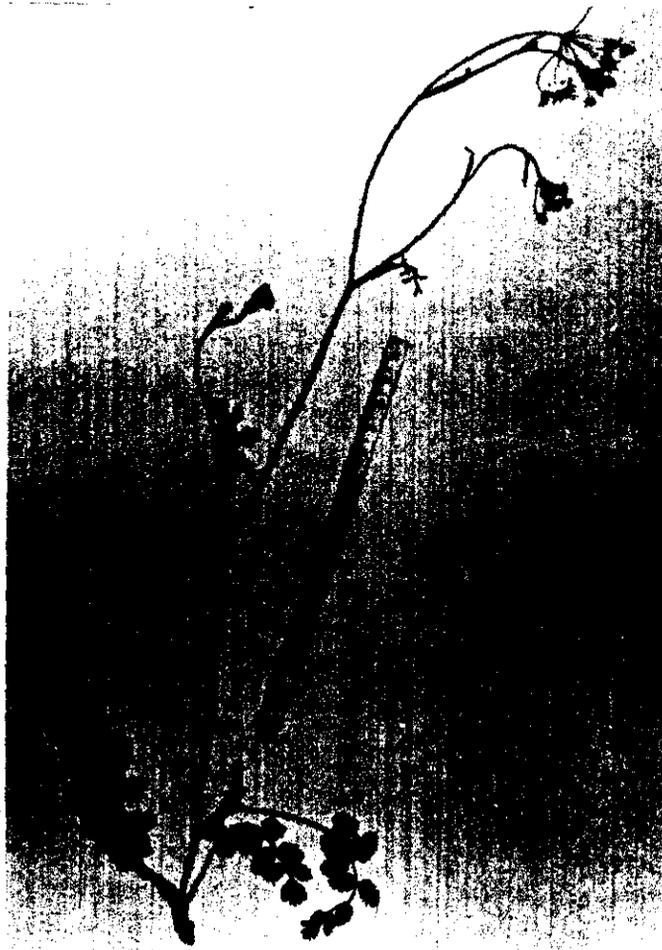
Lo común es que carezcan de involucre aunque, en ocasiones hemos encontrado (Vall de Ferrera, Lleida) una bráctea de tamaño reducido y forma linear, que se conserva incluso en la fructificación. Señalamos este detalle porque no es raro encontrar en la literatura botánica la mención de 1-4 brácteas, pero nosotros no hemos visto ningún ejemplar que tuviera más de 1 y además, no en todas las umbelas de la misma planta.

Igualmente se han citado de 5-8 bratéolas, sin que nosotros hayamos conseguido ver (entre el numeroso material observado) un solo ejemplar que las poseyera.

*P. saxifraga* L.



Ordenación foliar (arriba. e izq.) de las hojas pri  
meras de la planta las angustas.



Aspecto general de la planta

No es raro encontrar plantas con umbelas en flor a la vez que otras en fruto, lo que denota un período fenológico de floración dilatado.

Las flores son muy parecidas a las de P. major, pero de menor tamaño.

En algunos casos hemos observado escasos tricomas en la cara interna de los pétalos, los cuales, a veces, tienen un surco central y longitudinal, de color amarillo o marrón que recorre su cara dorsal y forma una costilla en la cara interna; en ambas superficies suelen presentarse pequeñas papilas.

Las anteras son amarillentas y poseen una línea marrón en la unión de ambas tecas, que recuerda las de P. procumbens.

Los estilos de algunas poblaciones (Alcalá de la Selva, Teruel) presentan algunos tricomas.

El fruto tiene caracteres bastante fijos en este taxón (Lám. 13) siendo su color marrón y su tamaño reducido.

En el seno de esta especie ha sido descrita P.

## P. saxifraga L.

1



2



3



4



Frutos: a) de la población de Alcalá de la Selva (Teruel).  
Especie típica, figs. 1, 3 y 4.

b) de la población de Pineta, Bielsa (Huesca). Var.  
dissecta (Retz.) Spreng. fig. 2.

saxifraga L. var. dissecta (Retz.) Spreng., sobre material procedente de Scania (Suecia), fundándose en que todas las hojas basales así como las primeras caulinares son compuestas, bipinnatisectas, imparipinnadas y con segmentos disectos, es decir, linearlanceolados, de donde deriva su nombre.

Hemos comprobado en esta variedad una tendencia a tener un número menor de hojas basales, 2-4, así como menor número de umbelas por planta, y en éstas, menor número de radios umbelares (5-) 6 (-11). Se desarrollan en zonas húmedas y a mayor altitud que la especie típica, así por ejemplo, en Pineta (Huesca), las hemos recogido entre unos 1.600-1.710 m. En conjunto estas plantas de Pineta son más raquílicas y fructifican más tardíamente; ello puede deberse: al efecto altitudinal y a que habitan en lugares desprotegidos, tal vez, con escasez de nutrientes y donde padecen sequía fisiológica.

No es raro encontrar formas intermedias, que posean algunas hojas basales como P. saxifraga y el resto como la variedad dissecta; tal es el caso de muchos ejemplares del valle de Arán (Lleida).

En el CUADRO 2, se resumen las diferencias morfológicas

DIFERENCIAS ENTRE P. MAJOR Y P. SAXIFRAGA

P. major

Tallo florífero

P. saxifraga

De 30-125 cm, robusto, anguloso-surcado, fituloso y muy hojoso.

De 18-80 cm, delgado, finamente estriado, macizo, cilíndrico, con hojas sólo en el tercio inferior.

Hojas basales

Verde claro por la haz y pálidas por el envés. Persistentes con los frutos maduros. Primeras pinnas pecioluladas de (4,5-) 7-9 (-11) x (2,5-) 5-6 (-7) cm, oblongas, lanceoladas agudas y muy polimorfas.

Verde oscuro, ceniciento, claro o algo blanquecino. Se desprenden al madurar los frutos. Pinnas sesiles o subsesiles, de 1,5-2,5 x 1-2 cm, subredondas, obtusas.

Hojas superiores

No suelen faltar, con el limbo poco desarrollado pero presente, rara vez, reducidas al peciolo ensanchado.

Con frecuencia reducidas a una pinna sentada en la vaina, o a una vaina afida.

Umbelas

Alcanzan casi la misma altura. Con (7-) 13-14 (-26) radios umbelares, de (2-) 4-5 (-6) cm de long. en la fructificación.

A distinta altura. Con (5-) 6-16 (-20) radios umbelares, de (1,8-) 2-3 (-4) cm de long. en la fructificación.

Flor

2,5-3 mm de diámetro.

1,5-2 mm de diámetro.

Fruto

(2,5-) 3-4 (-5) x 1,5-3 mm, costillas prominentes.

algo 2-2,5 x 1,5-2 mm, costillas filiformes.

Hábitat

Prados húmedos, umbría.

Prados secos, pedregales, termófila, aunque puede encontrarse también en zonas húmedas, bordes de prados y cunetas.

Fenología

Floración: Finales de junio a agosto.  
Fructificación: Mediados de agosto a septiembre.

Floración: Finales de junio a principios de septiembre.  
Fructificación: Agosto a finales de septiembre.

encontradas entre P. major y P. saxifraga, ya que no es extraño encontrar confundidas ambas especies en muchos pliegos de herbario.

P. SIIFOLIA LER.

De esta especie encontramos dos aspectos diferentes, según el lugar donde se desarrolla: a mayor altitud, sobre sustratos pobres y secos, donde ocupa pasillos de cornisas calcáreas o fisuras, la planta es baja y rastrera, alcanzando sus tallos florales de 8 a 20 cm; pero si habita en lugares húmedos y sombríos con suelos ricos, crece vigorosa llegando a alcanzar los 75 cm. Nosotros herborizamos los ejemplares de mayor tamaño en los claros del hayedo del Pto. de Piedrasluengas (Palencia), a 1.270 m, y los menores, de 10 cm, en la cumbre del Pto. de Tarna (León), a 1.500 m.

El rizoma es largo y resulta difícil extraerlo completo, hemos llegado a sacar 27 cm, pero no estaba entero. Se encuentra protegido por tejidos muertos, es de aspecto rugoso, de color castaño claro con estrías transversales y surcos longitudinales, más patentes en los primeros centímetros, ensanchándose 1 ó 2 mm en los nudos; con frecuencia produce abundantes tallos floríferos, que

pueden llegar hasta 9, si bien, lo común es que sean de 2 a 4.

Los tallos floríferos son muy delgados y poseen un fino canal central, difícil de apreciar cuando se lignifican.

Las hojas inferiores presentan algunas papilas en la cara adaxial; el número de pinnas suele ser constante en la planta, pero pueden encontrarse ejemplares que no siguen esta regla y presentan hojas con 5 y 7 segmentos en el mismo pie. Los peciólulos pueden estar presentes o faltar, existiendo táxones con todas las pinnas sentadas.

A los dientes de las pinnas van a parar los nervios de segundo y tercer orden; el conjunto de un nervio secundario con los de tercer orden que parten de él, se separa de los vecinos por una incisión más pronunciada. Con frecuencia el número de nervios secundarios es 10 en el primer par de pinnas, pero se van reduciendo en los siguientes segmentos, a medida que éstos son más pequeños. Los nervios están muy manifiestos en el envés que es glaucescente, mientras la haz presenta un color verde claro en las plantas grandes y verde oscuro en las pequeñas.

A ras del suelo lo más común son 2 hojas, todo lo más

3, a veces acompañadas de otras secas.

A medida que se asciende en el tallo, los márgenes de la vaina se van haciendo más membranosos, a la vez que el pecíolo disminuye en tamaño.

El número de brácteas no es constante, ni siquiera en el mismo pie de planta. Las umbelas terminales presentan mayor número de radios y más largos que el resto de las umbelas y sus umbélulas poseen más flores. El número de umbelas por tallo florífero oscila entre (1-) 3 (-5) y el de pedicelos varía considerablemente dentro de la misma umbela; son algo concavos en su parte interna, levemente pubérulos en ambos extremos y los externos 3-4 mm más largos que los centrales.

Las flores no suelen tener más de 2-3 estambres maduros al mismo tiempo, por ello cuando se abre la última antera, ya se han secado las que primero maduraron.

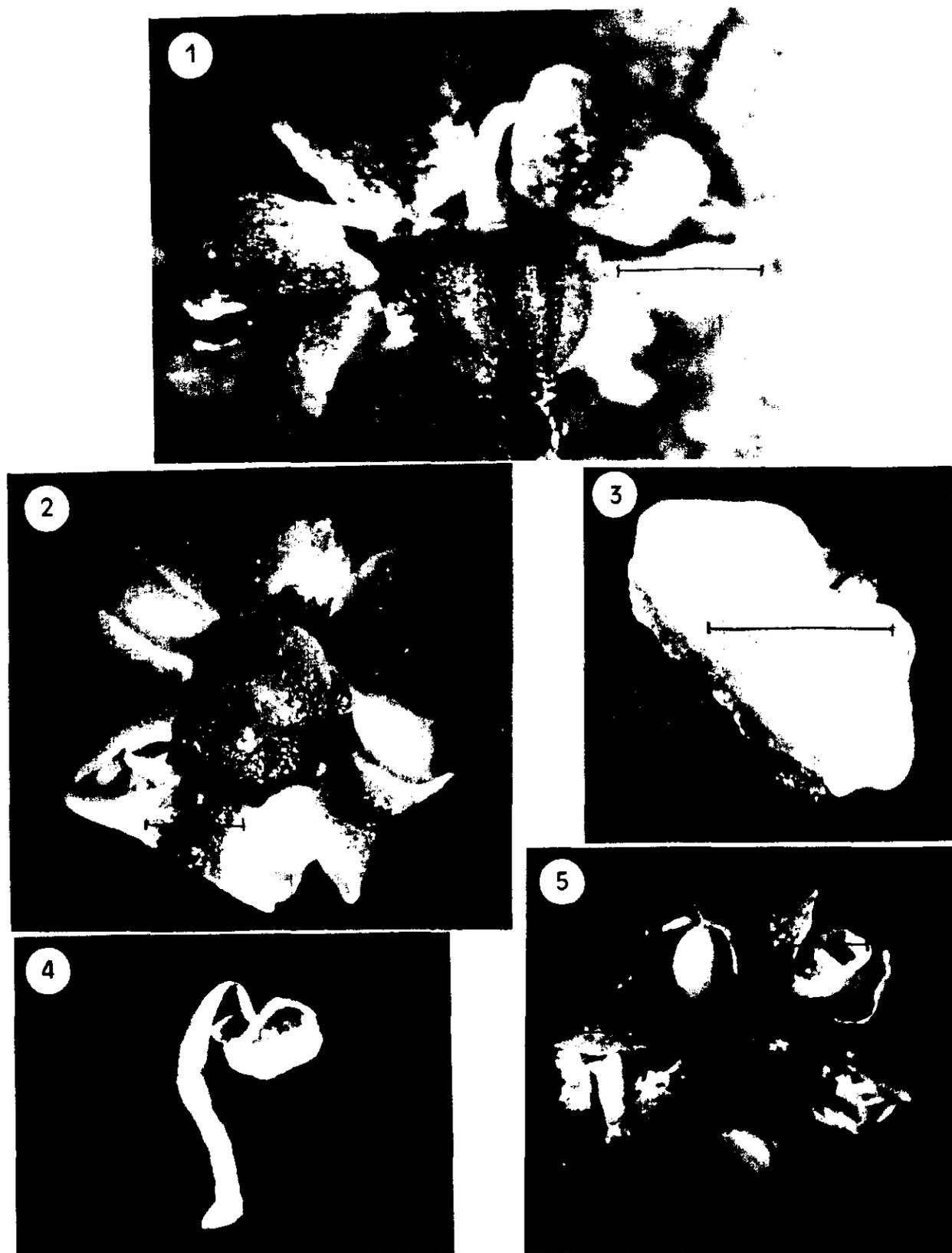
En la misma planta pueden encontrarse flores de color blanco y rosa, en algunos ejemplares hemos visto la superficie adaxial de los pétalos blanca y la abaxial rosada, ésto resulta difícil de apreciar en los pliegos de herbario.

Las flores están algo separadas en la umbélula, por ser largos y desiguales los pedicelos, lo que, sin duda, facilita el aterrizaje de los insectos y con ello la polinización-fecundación, a juzgar por el alto porcentaje de semillas que producen, sin embargo, constatamos que tales semillas germinan muy difícilmente, en condiciones de laboratorio.

Los pétalos en ambas superficies poseen papilas brillantes y el margen se inclina hacia el interior, especialmente en la base; en el centro del dorso petálico suele apreciarse una línea de color castaño (Lám. 14, figs. 1, 2 y 5), también visible en la cara anterior, pero puede faltar en algunas flores de color rosado.

Las anteras son rosadas en las flores de este color y amarillas en las flores blancas, la mayoría poseen puntos rojos en la zona de unión de ambas tecas; el polén es siempre blanco-amarillento.

Los estilos son poco aparentes en la flor recién abierta, siendo difícil su observación; después se muestran como dos puntos rojizos, que amarillean y crecen paralelos tras la fecundación (Lám. 14, figs. 2, 3 y 5), luego se hacen divergentes y adquieren tono marrón (Lám. 15, figs. 2-

*P. siifolia* Ler.

Flores de la población del Pto. de Tarna (León).

1) Flor abierta en posición lateral.

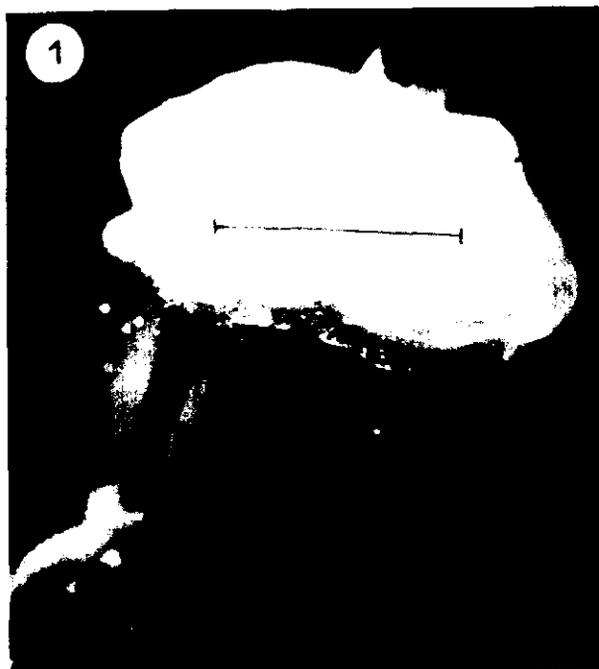
2) Flor comenzando a abrirse.

3) Estilos paralelos con el extremo rojo, sobre el estilopodio.

4) Dehiscencia longitudinal de la antera

5) Flor rosada con dos estambres maduros ( proterandra).

Escala gráfica = 0,5 mm.

*P. siifolia* Ler.

Flores de la población del Pto. de Tarna (León).

Desarrollo de los estilos:

- 1) Gineceo mostrando el gran tamaño del estilopodio y los estilos paralelos.
- 2) Comienzo de la separación de los estilos.
- 3) Flor recién fecundada, sin pétalos y con los estilos comenzando a recurvarse.
- 4) Fruto inmaduro con los estilos divaricado-recurvados.

Escala gráfica: nº 1 y 2 = 0,5 mm ; nº 3 y 4 = 1 mm.

4).

El estilopodio en la flor es de mayor tamaño que el ovario, sobrepasándole éste tras la fecundación (Lám. 15, fig. 1).

Cuando los frutos se secan y se arrugan, la comisura queda manifestamente cóncava y las costillas se destacan por su color blanquecino (Lám. 16, figs. 1-2).

P. TRAGIUM VILL.

Nos encontramos de nuevo ante una especie considerablemente polimorfa, de ella dice TUTIN (1968:332) literalmente: "muy variable en tamaño, grado de división de la hoja y pilosidad. Se han descrito varias subespecies y algunas han tenido rango específico". Este autor (op. cit.) reconoce como "subespecies bien marcadas" las siguientes:

P. traqium Vill.

subsp. traqium

subsp. lithophila (Schischkin) Tutin

subsp. polyclada (Boiss. & Heldr.) Tutin

subsp. depressa (DC.) Tutin

subsp. titanophyla (Woronow) Tutin

Hemos realizado el CUADRO 3 en el que se comparan los

*P. silifolia* Ler.

Frutos de la población del Pto. de Piedrasluengas (Palencia).  
 1) Cremocarpó en posición lateral, en él se destacan las costillas algo aladas en blanco.  
 2) Cremocarpó en que ambos mericarpos penden de las ramas del carpóforo.  
 3) Mericarpó visto dorsalmente.  
 4) Mericarpó en posición lateral, donde se puede apreciar el estilo divaricado-recurvado. Escala gráfica = 1 mm.

Caracteres comparados de las subespecies admitidas de

P. tragium Vill. in Tutin (1968: 332)

Subespecie	Nivel de div. de la hoja	Long. del vástago	Forma de los lóbulos	Dimensión de los lóbulos	Dientes de los lóbulos	Distribución
<u>Tragium</u>	1. pinnada	10-30 cm	Suborbiculares	-----	No profundos	S.E. Francia
<u>lithophila</u> (Schischkin) Tutin	"	30-100 cm	Ovados a muy lobados	5-10 mm	Inciso - serrados	S. Europa
<u>polyclada</u> (Boiss. & Heldr.) Tutin	"	-----	-----	10-15 mm	No profundamente aserrados	Grecia
<u>depressa</u> (DC.) Tutin	"	5-10 cm	Ovados	5 mm	Profundos	Grecia y Creta
<u>titanophila</u> (Woronow) Tutin	2-3 pinnadas	-----	-----	-----	-----	S.E. Europa

caracteres admitidos para estas subespecies y, como puede verse, a los táxones de la Península Ibérica e Islas Baleares, les corresponde adscribirse a la subsp. lithophila (Schischkin) Tutin.

También puede apreciarse, que los caracteres discriminadores de unas y otras subespecies no son muy sólidos y muestran amplios rangos de variación.

Las variedades existentes en la Península Ibérica e Islas Baleares son las siguientes:

- var. balearica Knoche
- var. glauca (Presl) DC.
- var. leriensis O. Boldòs

En el CUADRO 4 se resumen los caracteres en que unas y otras difieren entre sí y con la subsp. lithophila. Puede apreciarse que la mayoría se refieren a dimensiones e indumento y que sus rangos de variación se solapan ampliamente. Únicamente el número de pinnas, radios umbelares y pedicelos es sensiblemente menor en la var. leriensis, que en el resto de los táxones (Lám. 17, fig. 1).

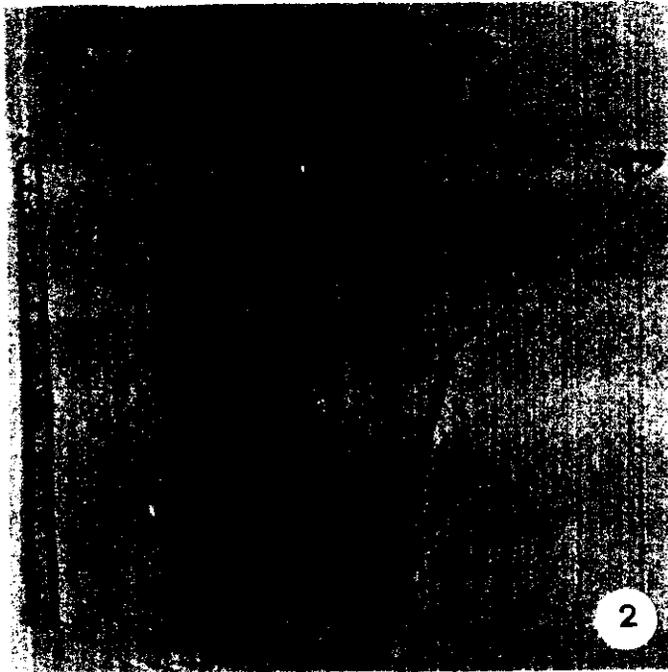
En conjunto hemos podido apreciar que el tamaño de los

Caracteres comparativos de las variedades reconocidas en la Península Ibérica e Islas Baleares de *Pimpinella tragium* Vill. y la subsp. *lithophila* (Schischkin) Tutin

Taxon	Tallo florifero	Hojas basales				Radios umbelares		Pedicelos	
		Pinnas			Pecíolo	Número	Indumento	Número	
		Número	Long. (mm)	Indumento	color				indumento
Subsp. <i>lithophila</i> (Schischkin) Tutin	(6-)15-30(-66)	5-9 (-11)	(3-)5(-15)x (3-)5(-12)	glabro o pubescente	verde intenso	pubescente	(3-)4-9(-16)	Pubescente o casi glabro	(7-)8-17(-24)
Var. <i>balearica</i> Knoche	12-30	(5-)7(-9)	4-14	glabro	verde pálido	glabro	(4-)5-12(-15)	pubescente	10-18
var. <i>glauc</i> (Presl) DC.	(20-)30-40(-65)	"	(4-)5-8(-15)	muy pubes- cente	glauc canes- cente	muy pubescente	(5-)6-8(-9)	"	(7-)10-14(-17)
var <i>leriensis</i> O. de Bolòs	(12-)14-17(-19)	"	4-8	glabro	verde claro	glabro	2-5	glabro	2-10

*P. tragium* Vill.

var. gl-uca (Presl) DC.



2



1

var. leriensis O. de Bolòs.



3

var. balearica Knoche.

especímenes, está íntimamente relacionado con la disponibilidad hídrica y la temperatura, así como que a menor tamaño corresponden menos umbelas.

La raíz se divide en 3-5 raicillas secundarias, cerca de la base, es de color marrón en el exterior y amarillenta en el interior.

En las plantas pubescentes de la especie típica, el indumento decrece hacia lo alto del tallo y suele ser retrorso. Con frecuencia en los ejemplares pequeños falta en las ramas y cuando lo hay, no presentan una dirección predominante.

De acuerdo con MONTSERRAT (1983) el tono glaucocanescente unido a la abundancia de indumento, puede ser el resultado adaptativo de plantas montanas sometidas a fuerte luminosidad (como tal vez, sea el caso de la variedad glauca).

Los restos de los ejes floríferos suelen permanecer hasta que aparecen los nuevos tallos, conservando o perdiendo los tricomas.

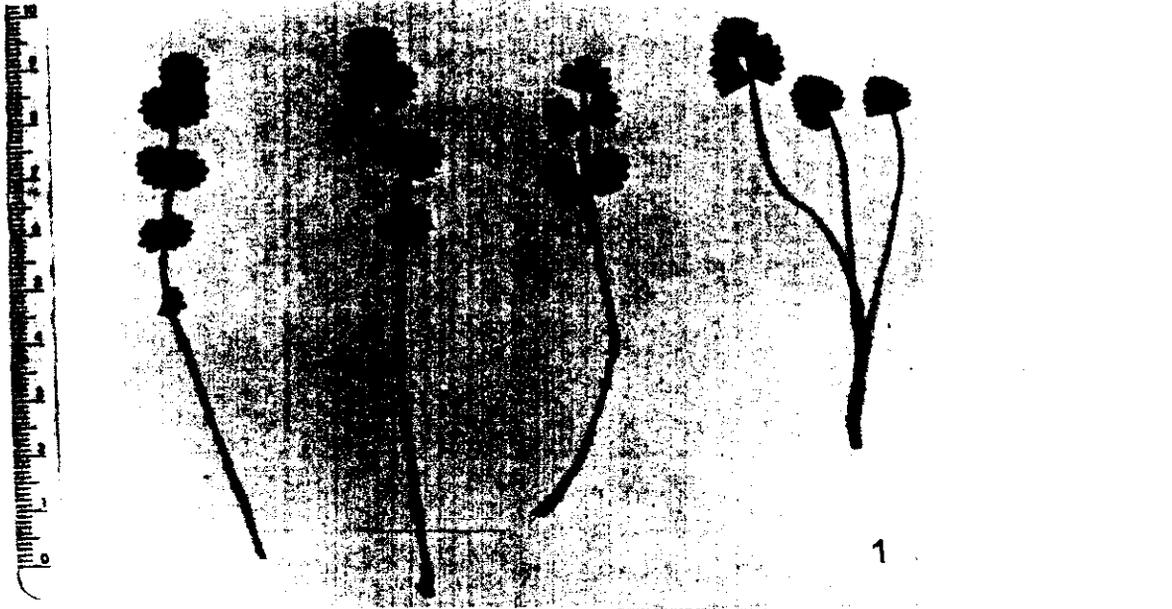
Las hojas basales forman roseta hasta el momento de

aparecer el tallo florífero, y después adquieren posición ascendente (Lám. 18). Su número es grande, nosotros hemos llegado a contabilizar 34, aunque lo más frecuente es que no alcancen esta cifra. En el transcurso del ciclo fenológico se van muriendo estas hojas (quedando los pecíolos empizarrados recubriendo la cepa), a la vez que surgen otras nuevas, con la floración su número se reduce considerablemente y al fructificar se agostan.

Las hojitas primaverales son enteras, cordiformes y dentadas, después presentan 3 pinnas, aumentando paulatinamente el número de las mismas así como su grado de división (Lám. 18, fig. 3).

Las pinnas inferiores, en ocasiones, pueden presentar segmentos en su base, en cuyo caso dejan de ser sésiles para hacerse pecioluladas. Suelen tener más longitud que anchura aunque no es raro que suceda lo contrario. Su número varía considerablemente incluso en un mismo pie de planta.

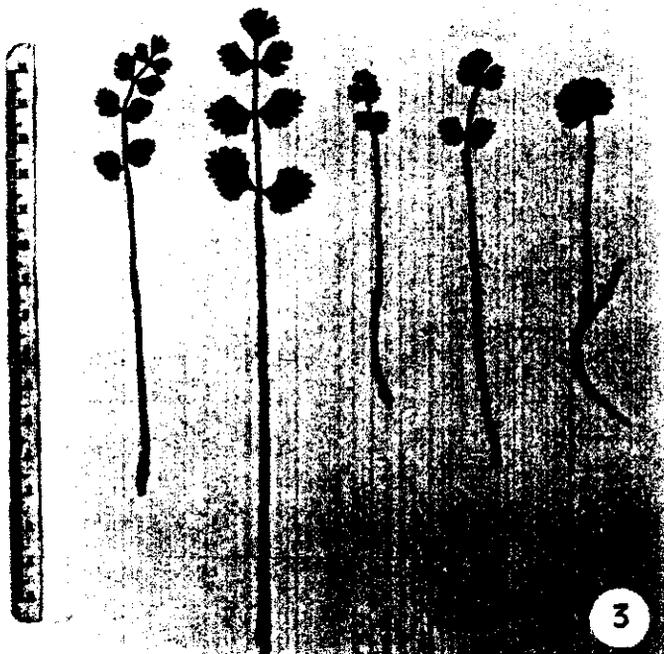
A los dientes pequeños del margen foliar van los nervios de tercer orden procedentes de un nervio secundario, quedando separados por una hendidura profunda de los correspondientes al nervio secundario contiguo, estas hendiduras en número de 2-4 se tornan más profundas y

*P. tragium* Vill.

1



2



3

1. Sucesión foliar en la -  
var. leriensis C. de Bolós  
Hoja juvenil a la dcha. se-  
rie creciente a la izq.
2. Planta procedente de -  
Alivá (Santander).
3. Sucesión foliar proce-  
dente del Pto. de Tarna --  
(León). Hoja juvenil a la  
dcha. serie creciente a la  
izo.

desiguales al aproximarse al ápice de las pinnas. El número de dientes es muy variable, aumenta con el mayor desarrollo de la planta, en las primeras pinnas suelen encontrarse de (8-) 12-15 (-21) dientes.

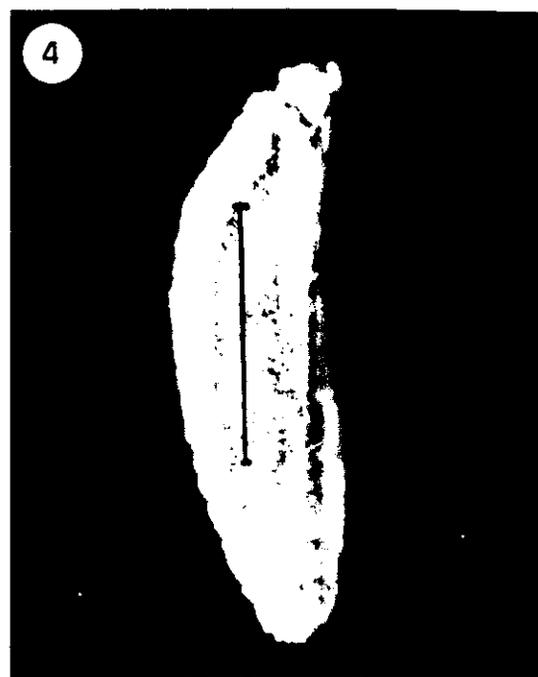
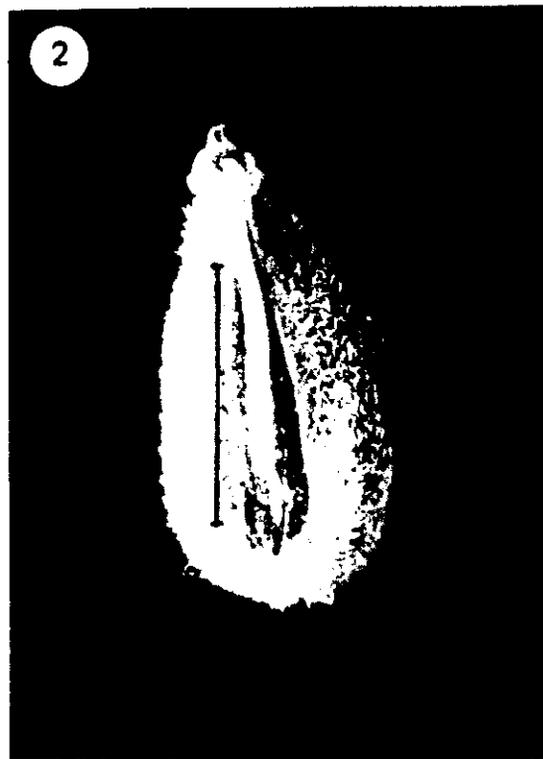
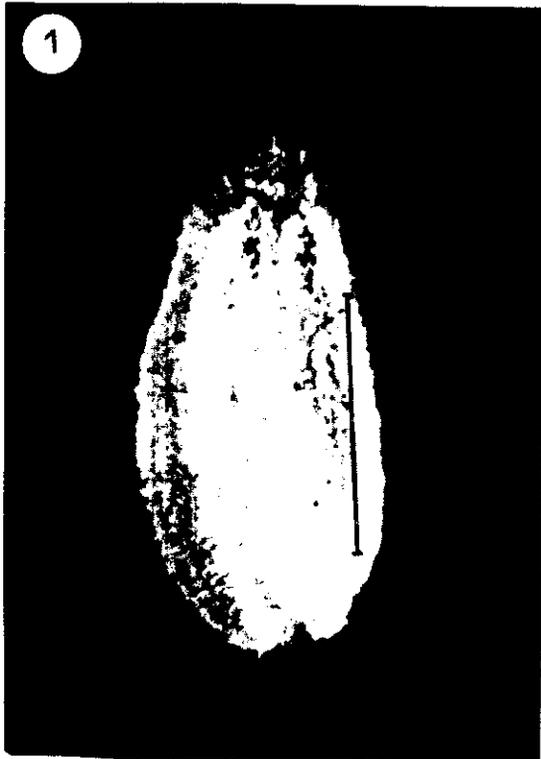
Las umbelas son poco densas, con mayor número (2-3) de radios umbelares y más largos en las terminales, oscila la diferencia de longitud entre los radios centrales y los periféricos en (1-) 3 (-9) mm. Mientras en las ramas laterales hay un profilo, éste suele faltar en el tallo florífero principal.

Los pétalos son levemente emarginados; blanco verdosos en el capullo y con unguículo. En la parte central y externa hay una mayor abundancia de tricomas y no es raro encontrar en esta zona una línea oscura; en ocasiones tienen puntos rojos de pequeñísimo tamaño en el dorso. Los ejemplares de Alivá (Cantabria) suelen tener tricomas en la parte interna de los pétalos, lo que no es común en esta especie.

El ovario y el fruto son densamente pubescentes y la mayoría de los tricomas son antrorsos, tanto en la subsp. lithophila como en las tres variedades estudiadas (Láms. 19, 20 y 21). El estilopodio, al llegar a la fecundación se hace más cónico y el margen se ondula (Lám. 21). Los estilos se

*P. tragium* Vill.

var. *balearica* Knoche



Frutos de la población del Puig de Massanella.

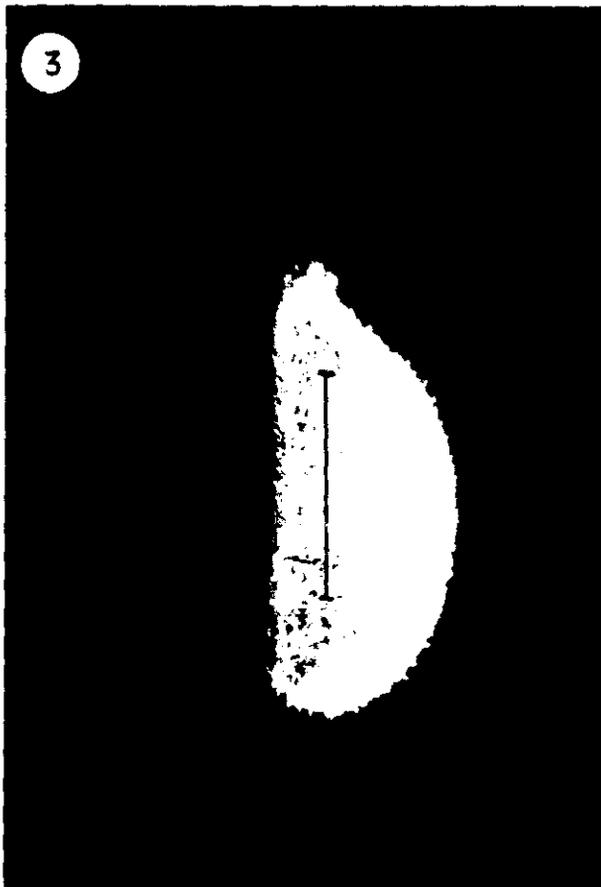
1) Cremocarp visto lateralmente.

2) Mericarpo con su correspondiente rama del carpóforo.

3) Mericarpo en posición dorsal cubierto de abundantes tricomas.

4) Mericarpo ubicado lateralmente.

Escala gráfica = 1 mm.

*P. tragium* Vill.var. *glauca* (Presl) DC.

Población de Sierra Nevada.

1) Flor con pétalos y ovario cubiertos de tricomas.

2) Mericarpo superior en posición ventral y el inferior ubicado dorsalmente.

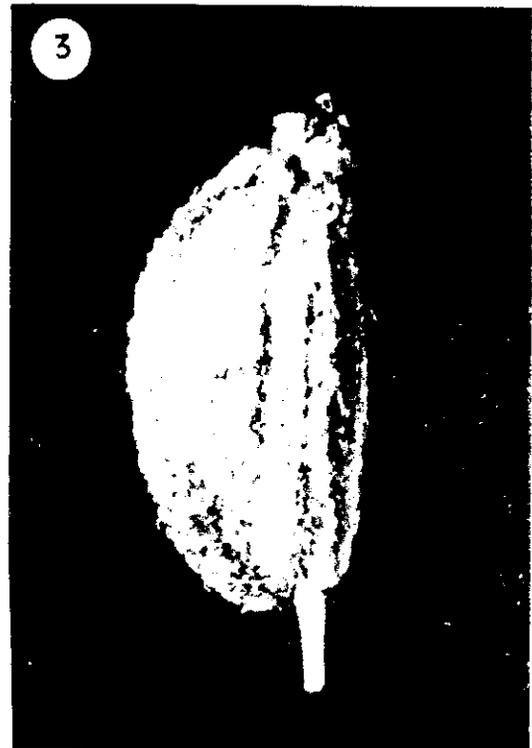
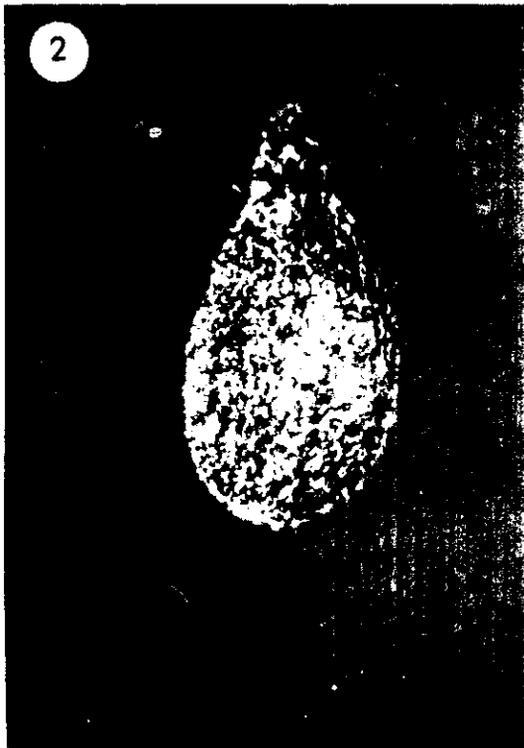
3) Monocarpo en posición lateral.

4) Cremocarpio maduro con ambos mericarpos ya separados.

Escala gráfica = 1 mm.

*P. tragi*um Vill .

var. *leriensis* O . de Bolòs



Población del Vall de Llèria (Tarragona)

1) Cremocarp maduro, apreciándose que es la variedad de este taxon que posee menos tricomas.

2) Mericarp en posición lateral.

3) Cremocarp con el mericarp izquierdo abortado.

Escala gráfica = 1 mm.

desprenden poco antes de la madurez total del fruto. El estigma toma color purpúreo cuando se marchitan los pétalos.

Las plantas de Santoña (Cantabria) son mucho más robustas que las de otras poblaciones, presentan pinnas bastante divididas, casi trisectas y con peciólulo conspicuo, su porte es parecido al de P. saxifraga, con la que ha sido confundida.

No es, sin embargo, P. saxifraga porque los caracteres del fruto y la densa pilosidad del mismo la hacen caer dentro del concepto de P. tragium; PAU (1928) la consideró taxon independiente; P. manzanedi (Lám. 162).

La var. balearica Knoche se caracteriza por habitar exclusivamente en la Isla de Mallorca, presentar las hojas glabras y de color verde claro; mientras que la var. glauca (Presl) DC. es muy pubescente y posee color glauco.

La var. lerienis O. de Bolòs se destaca por tener pocas pinnas, las cuales con frecuencia son pecioluladas, en vez de sésiles. En esta variedad, las plantas con sólo hojas primaverales, incluso con una sola pinna rotundifolia, pueden florecer, lo que no acontece con las otras variedades.

P. VILLOSA SCHOUSBOE

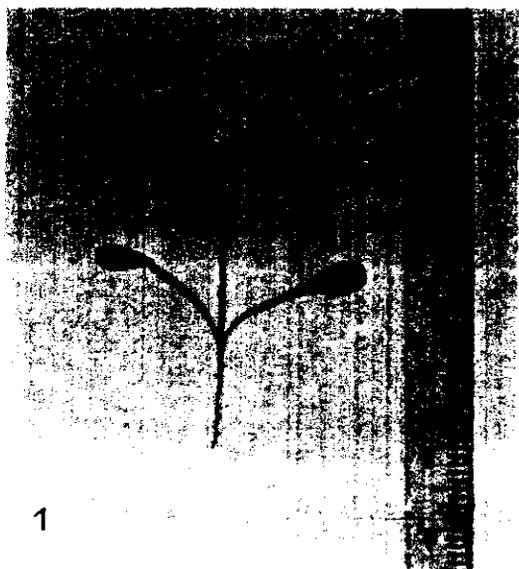
Esta especie presenta un polimorfismo discreto, razón por la cual difícilmente se confunde con los otros táxones, o se identifica equivocadamente.

Es planta glauca, blanquecina, debido al abundante indumento que recubre todas sus partes (especialmente las estrías del tallo antes de la floración).

A principios de marzo (en la provincia de Madrid) aparecen las hojas primaverales, escasas en plantas adultas y más abundantes en las juveniles, éstas no forman hojas adultas hasta el tercer año y florecen al cuarto año.

Cuando el individuo tiene más de seis años presenta varias cepas, de grosor considerable. El mayor ejemplar herborizado por nosotros (Aldea del Fresno. Madrid) poseía 7 cepas, 103 hojas y 3 tallos floríferos; su raíz leñosa presentaba un perímetro de 18 cm, es decir, algo más de 5 cm de diámetro; a los 15 cm encontramos la primera raíz secundaria y a los 25, la raíz principal se dividió en dos, aproximadamente iguales; estimamos su longitud total en unos 75 cm (Lám. 22, fig. 2).

*P. villosa* Schousb.



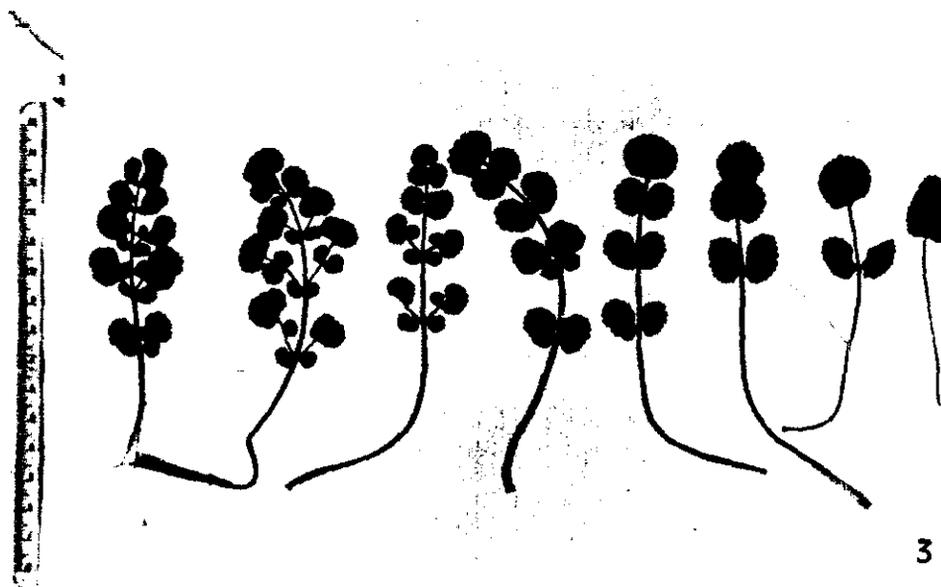
1

Plantula.



2

Fragmento de una raíz de más de 30 cm con varias cepas.



3

Sucesión foliar: hoja juvenil a la dcha., serie creciente a la izq.

En la superficie del tallo florífero aparecen estrías longitudinales, siendo variable el número y separación entre ellas. Las ramas salen cerca de la base y suelen alcanzar hasta un tercer orden, terminan en umbelas cuyo número suele ser superior a 50, lo que comunica a la planta un aspecto inconfundible. Al fructificar la planta se agosta.

Las hojitas juveniles son enteras, con limbo foliar de 10-22 x 8-20 mm, subrotundas, crenadas, con largo pecíolo de 2-8 cm, las siguientes son tripinnadas, aumentando después el número de pares de pinnas opuestas. Estas son enteras, pero a medida que su número es mayor, comienzan a dividirse en pinnulas hasta constituir las típicas hojas adultas bipinnatisectas (Lám. 22, fig. 3).

Las hojas se agostan con la florescencia, permaneciendo los restos de las vainas foliares en la base del tallo.

Ocasionalmente aparecen 1-2 hojas caulinares de idéntica conformación que las basales, pero menos desarrolladas.

Umbelas y umbélulas permanecen péndulas hasta la separación de los radios umbelares, en que toman posición erecta. En un mismo ejemplar hemos visto umbelas bracteadas

junto a otras ebracteadas.

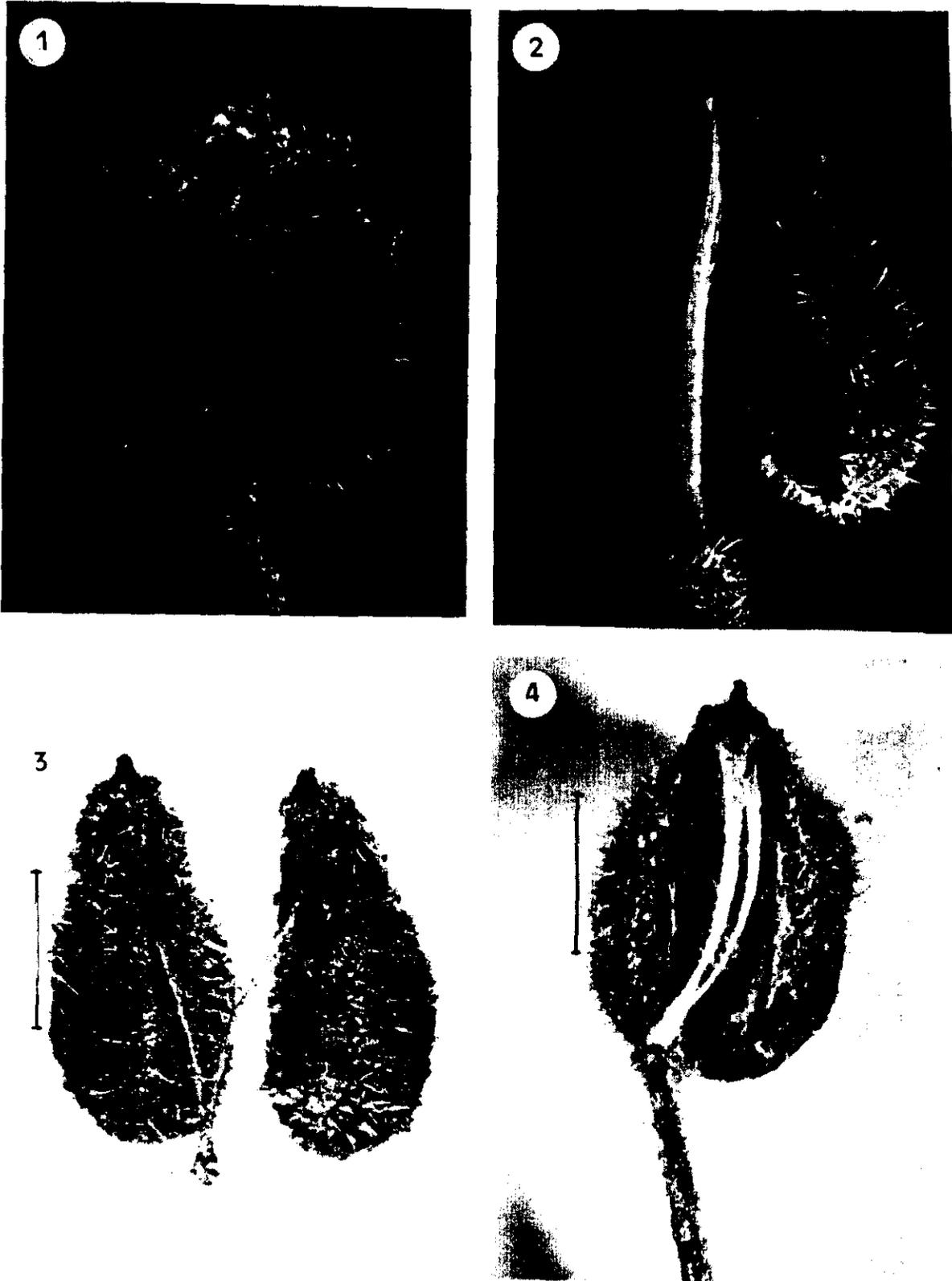
Los pedicelos al fructificar el taxón crecen 1-2 mm y con frecuencia, en su base, así como en la de los radios umbelares aparecen máculas puntiformes rojas.

La corola da la impresión de estar casi cerrada, por tener una lacínula inflexa de 0,5 mm y el dorso petálico muy vellosos.

Los estambres sobresalen 1 mm de la corola y no suelen madurar más de 1 ó 2 a la vez; el filamento es ondulado o retorcido y la antera se abre lateralmente, del ápice a la base; frecuentemente hay una línea oscura en el punto de unión de ambas tecas.

Los estilos en la flor sobresalen 0,5 mm y son blanquecinos, virando hacia el marrón progresivamente desde la parte inferior al ápice al fructificar, hasta secarse y partirse cerca de su base cuando el fruto está maduro (Lám. 23, figs. 3-4).

Los mericarpos se desprenden independientemente al llegar a la madurez, comenzando a separarse por la base (Lám.24, fig.1).

*P. villosa* Schousb .

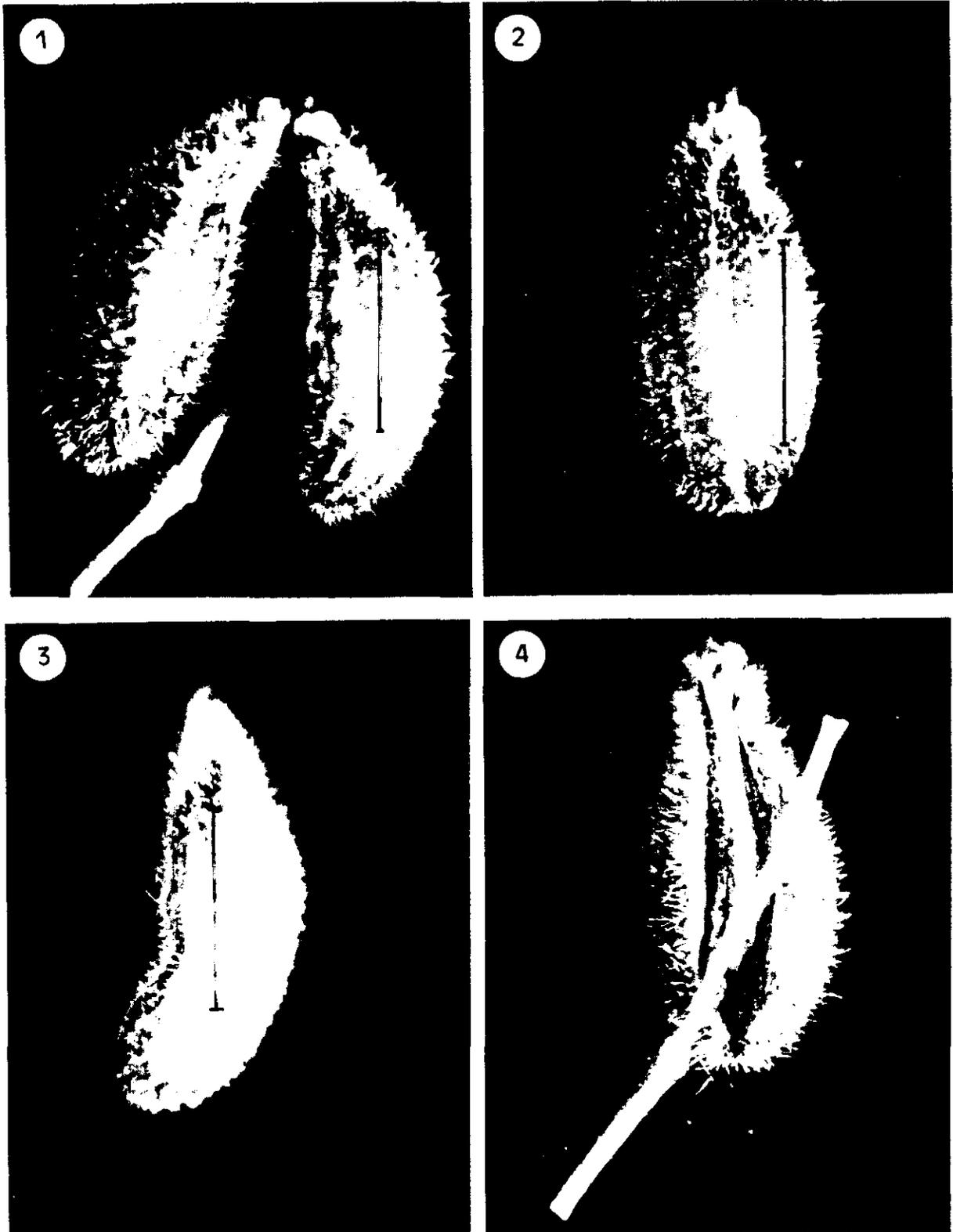
Frutos maduros de la población de Miranda do Douro (Portugal).  
 1) Cremocarpio cubierto de tricomas y conservando aún un estilo.

2) Unión de un monocarpo a la rama del carpóforo.

3) Ambos mericarpos separados y unidos al carpóforo.

4) Posición ventral de un mericarpio.

Escala gráfica = 1 mm.

*P. villosa* Schousb .

Frutos de la población de Chaparrón (Madrid).

1) Cremocarpio maduro, con ambos mericarpos suspendidos de las ramas del carpóforo.

2) Mericarpio fotografiado dorsalmente.

3) Monocarpio en posición lateral.

4) Mericarpio maduro visto ventralmente, su compañero ya se ha desprendido .

Escala gráfica = 1 mm.

Caracteres diferenciales (a simple vista) de P.  
villosa:

1) Densa vellosidad que recubre toda la planta, incluso la flor y el fruto, a lo que debe su nombre específico.

2) Abundante ramosidad desde la parte inferior del tallo, resuelta en numerosísimas umbelas y umbélulas.

3) Forma y coloración glauca de las hojas.

2.2. VARIABILIDAD INTERESPECIFICA

Acabada de detallar la variabilidad interna de cada taxon, pasamos a tratar la variabilidad interespecífica.

En los CUADROS 5 y 6 se muestran comparadamente los caracteres vegetativos de las especies estudiadas; en los CUADROS 7 y 8 las umbelas y umbélulas y desde el CUADRO 9 al 10 se indican los caracteres relacionados con la reproducción. En la lámina 25 se hacen esquemas de los frutos para facilitar su comparación.

TAXON	PLANTA	RAIZ (long. cm)	CEPA	TALLO FLORIFERO			
				Ramificación	Ramas	Long. en cm	Indumento
<i>P. bicknellii</i>	vivaz	digitada	-----	ramosa	ascendentes	(30-)60-70(-110)	glabro
<i>P. gracilis</i>	bienal o vivaz	axonomorfa 20-25	poco robusta	ramosísima	gracilis, subdisticas	55 (-115)	glabro o algo pubescente
" var. <i>puberula</i>	"	"	"	"	"	"	pubescentes
<i>P. major</i>	vivaz	axonomorfa	gruesa	ramosa	erectas, fistulosas	30-125	glabro o algo pubescente
<i>P. procumbens</i>	bienal	20	robusta	escasa	débiles	(8-)10-20(-45)	glabro
<i>P. saxifraga</i>	vivaz	axonomorfa 30	poco robusta	"	derechas, alternas	(18-)30-55(-80)	pubescente o glabro
" var. <i>dissecta</i>	"	axonomorfa 20-30	"	"	"	"	"
<i>P. siifolia</i>	"	4-5	"	"	pequeñas, finas	(8-)25-45(-75)	glabro
<i>P. tragium</i>	"	1,5-3	algo robusta	"	divergentes subdesnudas	(6-)15-30(-66)	pubescente o algo glabro
" var. <i>balearica</i>	"	"	poco robusta	"	"	12-30	glabro
" var. <i>glauca</i>	"	"	algo robusta	muy ramosa	"	(20-)30-40(-65)	muy pubescente
" var. <i>leriensis</i>	"	"	poco robusta	escasa	"	(12-)14-16(-19)	glabro
<i>P. villosa</i>	"	axonomorfa 35 (-75)	gruesa	ramosísima	divergentes, tenues afidas	(30-)60-70(-100)	vellosa

**HOJAS BASALES**

Taxon	Número	Grado de división	Long. en cm	Indumento	Long. vaina en cm	Long. peciolo en cm
<i>P. bicknellii</i>	5-6	tripinnadas	27-31	glabras	4-4,5	18-19,5
<i>P. gracilis</i>	2-4	pinnatisectas	(13-) 18-20 (-22)	glabras o algo pubescentes	1-1,5 (-2)	7-13
" var. <i>puberula</i>	"	"	(10-) 14-17(-21,5)	pubescentes	1-2	(7-) 10-12 (-14)
<i>P. major</i>	2-9	"	(19-) 30-50 (-60)	algo pubescentes	2-4	(7-) 20-25 (-30)
<i>P. procumbens</i>	5-10	bipinnatisectas	5-13	glabras o algo pubescentes	0,5-1	3-7
<i>P. saxifraga</i>	(2-) 3-5 (-7)	pinnatisectas	(6-) 12-20 (-31)	glabras o pubescentes	0,5-1 (-1,5)	6-12 (-16)
" var. <i>dissecta</i>	2-4	"	(6-) 9-13 (-22)	"	"	3,5-12
<i>P. stifolia</i>	(1-) 2-3 (-5)	"	6-23 (-35)	glabras	0,5-2	4-16 (-20)
<i>P. tragium</i>	5-9 (-34)	"	(3-)6-12,5 (-18,5)	pubescentes	0,5-1,5	(2,5-) 4,5-6 (-11,5)
" var. <i>balearica</i>	5-6 (-13)	"	(7,5-) 10,5 (-13)	glabras	0,5-1	(3,5-) 5-7 (-8)
" var. <i>glauca</i>	4-10	"	(2,5-) 4-5 (-7,5)	muy pubescentes	"	(2-) 5-6 (-8,5)
" var. <i>leriensis</i>	(3-) 4-6 (-7)	"	(7-) 10-11 (-12)	glabras	"	(3-) 8 (-11)
<i>P. villosa</i>	(5-) 7-8 (-20)	pinnatisectas o bipinnatisectas	(13-) 20-30 (-47)	muy pubescentes	4-5	(7-) 14 (-25)

UMBELA

TAXON	RADIOS UMBELARES		Indumento		Brácteas		
	Número	Aspecto	Long. flor (cm)	Long. fruto (cm)	Número	Tamaño	
<i>P. bicknellii</i>	4-7	crasos desiguales estriados	0,5-2	2-4	casi glabros	(0-) 1-2 (-3)	2-5 x 1-1,5
<i>P. gracilis</i> (1)	(2-) 3-4 (-8)	filiformes desiguales estriados	0,5-1	2-4,5	glabros	0	----
<i>P. major</i>	(7-) 13-14 (-26)	filiformes fistulosos estriados	(1-) 3,5 (-0,5)	(2-) 4-5 (-6)	glabros o algo pubescentes	"	----
<i>P. procumbens</i>	(2-) 4-5 (-6)	filiformes desiguales estriados	(0,4-) 0,7(-0,8)	(0,8-)1-1,8(-2,3)	glabros	"	----
<i>P. saxifraga</i>	(5-) 6-16 (-20)	filiformes subiguales estriados	(1-) 1,5-2(-2,5)	(1,8-) 2-3 (-4)	"	0 (-1)	----
<i>P. siifolia</i>	(3-) 7 (-14)	subconcavo- convexo muy desiguales	1,5-2,5	(2-) 3,5 (-4)	glabros o algo pubescentes	(0-) 1-2 (-4)	(2-) 3-8 (-12) x 1-2
<i>P. tragium</i> (2)	(3-) 4-9 (-16)	filiformes desiguales o casi iguales	0,6-1,8	2-3	pubescentes o casi glabros	0 (-3)	2-6 x 1,5
<i>P. villosa</i>	(2-) 4-5 (-8)	filiformes subiguales	1-1,7	1,5-2,7	pubescentes	0 (-2)	----

(1) Los caracteres diferenciales de *P. gracilis* var. *puberula* se indican en el CUADRO 1.

(2) Los caracteres diferenciales de las variedades de *P. tragium* se indican en el CUADRO 4.

UMBELULA

TAXON	PEDICELOS				BRACTEAS		
	Número	Aspecto	Long. flor (mm)	Long. fruto (mm)	Indumento	Número	Tamaño
<i>P. bicknellii</i>	(8-) 13 (-15)	algo crasos	1,5-2	3-5	glabros	(-4) 6 (-7)	2-3 x 1
<i>P. gracilis</i> (1)	(2-) 3-4 (-7)	capilares desiguales estriados	1,5-2,5	7,5-8,5	"	0	----
<i>P. major</i>	(8-) 14-24 (-30)	"	2-3,5	(2,5-) 4-6 (-12)	glabros o algo pubescentes	"	----
<i>P. procumbens</i>	3-8	"	(0,5-) 1 (-1,5)	(1-) 1,5-2 (-2,5)	glabros	"	----
<i>P. saxifraga</i>	(6-) 10-16(-22)	"	2-3	4-5	"	"	----
<i>P. siifolia</i>	(3-) 12 (-19)	"	(3-) 5 (-7)	(5-) 7-8 (-10)	pubescentes	(1-) 3 (-6)	2-5 x 1
<i>P. tragium</i> (2)	(7-) 8-17 (-24)	"	1-3	2-4	glabros o pubescentes	0	----
<i>P. villosa</i>	(2-) 4-5 (-7)	filiformes casi iguales	1-4	3-5	muy pubescentes	"	----

(1) Los caracteres diferenciales de *P. gracilis* var. *puberula* se indican en el CUADRO 1.

**FLOR**

<u>TAXON</u>	<u>CALIZ</u> Indumento	<u>Color</u>	<u>COROLA</u>			<u>Ovario:</u> Indumento	<u>GINECEO</u>	
			Tamaño del diámetro en mm	Indumento	Apice		Estilopodio: Forma	Estilo: Persistencia
<i>P. bicknellii</i>	glabro	blanca con leve tono rosado	2-2,5	glabra	emarginada	glabro	Subcónico	Si
<i>P. gracilis</i> (1)	"	amarilla	1	"	no emarginada	"	Pulviniforme o cónico	No
<i>P. major</i>	"	blanca o rosa	2,5-3	"	emarginada	"	cónico	"
<i>P. procumbens</i>	"	amarilla	1,5	"	no emarginada	"	discoideo o cónico	"
<i>P. saxifraga</i>	"	blanca	1,5-2	"	emarginada	"	mamelar o cónico	"
<i>P. siifolia</i>	"	blanca o rosa	1-2	"	"	"	cónico o casi plano	"
<i>P. tragium</i>	pubescente	blanca	1,5-2	pubescente	"	pubescente	cónico	"
<i>P. villosa</i>	muy veloso	"	"	muy vellosa	"	muy veloso	deprimido con borde festoneado	"

(1) Los caracteres diferenciales de *P. gracilis* var. *puberula* se indican en el CUADRO 1.

**FRUTO**

<u>Taxon</u>	<u>Forma</u>	<u>Indumento</u>	<u>Costillas</u>
P. bicknellii	ovoide-oblongo	glabro	finas, redondeadas, apenas prominentes, iguales.
P. gracilis	ovoideo-subgloboso	"	apenas prominentes, redondeadas, algo mayores las comisurales.
P. major	ovoide-oblongo	"	finas, algo prominentes blanquecinas.
P. procumbens	ovoideo-subgloboso	"	apenas prominentes, las comisurales algo mayores.
P. saxifraga	"	"	filiformes, iguales.
P. siifolia	ovoide-oblongo	"	prominentes y un poco aladas, algo más desarrollada la dorsal.
P. tragium	ovoideo-subgloboso	velloso	finas, las comisurales algo mayores.
P. villosa	"	muy velloso	poco perceptibles, iguales.

Para más detalles consultar el CUADRO 14.



### A.3. DISCUSION DEL ESTUDIO MORFOLOGICO

Del estudio comparativo de los caracteres anotados en los CUADROS 5-10, en la lámina 25 y del análisis de variabilidad intraespecífica, realizado previamente, destacamos los siguientes hechos:

P. bicknellii es planta inconfundible que se diferencia netamente de las otras especies por poseer:

Raíz digitada, carnosa, con segmentos engrosados, en tanto que en la mayoría de las otras plantas es axonomorfa.

Hojas basales grandes imparipinnadas, 3 ternadas, glabras con segmentos ovales-elípticos irregulares y con dientes de mayor tamaño y más profundamente incisos que en los otros táxones.

Involucro de (0-) 1-2 (-3) brácteas e involucelo de (4-) 6 (-7) bracteólas (carácter que sólo comparte con P. siifolia).

Pétalos con surco rojo y margen blanco, induplicado.

Filamentos estaminales rojos en la base.

Anteras apiculadas.

Fruto campilospermo, de mayor longitud que en otras pimpinelas, con la sola excepción de P. siifolia cuyos frutos poseen longitudes que se aproximan a las de P. bicknellii.

Estilos largos, persistentes y curvados que forman el pico del fruto.

Fenología más temprana, florece desde mediados de abril a mayo, fructifica entre finales de mayo y finales de junio, cuando las otras especies lo hacen a partir de finales de junio o principios de julio y fructifican desde mediados de julio a septiembre (GRAFICA 16).

P. gracilis planta polimorfa pero de aspecto inconfundible por su esbeltez.

Junto con P. major, es la especie que presenta tallos de mayor porte, pero mientras en la primera son robustos (c. 1 cm de diámetro) en P. gracilis son finos y delgados, no midiendo más de 4 mm de diámetro.

Las flores proporcionan otro buen carácter

discriminador por no tener los pétalos emarginados y ser amarillos, si bien, los de P. procumbens también presentan estos caracteres, pero ambas especies se diferencian (como indica su epíteto) por presentar la primera sus tallos erguidos y graciles, mientras que la segunda los posee procumbentes.

Igualmente, los frutos de P. gracilis (junto con los de P. procumbens) son más comprimidos lateralmente que los de las otras pimpinelas.

Dentro de P. gracilis se ha descrito la var. puberula, que se diferencia de la especie típica, por poseer tallos un poco más robustos (3-4 mm) y considerablemente más pubescentes, así como pedicelos floríferos algo más cortos y gruesos (CUADRO 1).

P. major planta extraordinariamente polimorfa, fácilmente confundible con P. saxifraga, de la que se distingue por los caracteres que reseñamos en el CUADRO 2.

Numerosos autores prelinneanos unen ambos epítetos (major y saxifraga) en sus denominaciones, siendo ésta la fuente de la primera confusión nomenclatural entre ambas; para más detalles véase la tipificación de dichas especies.

Del resto de los táxones, P. major se diferencia claramente por su tamaño y tallo fistuloso.

No hemos encontrado caracteres sólidos que sustenten la existencia de una forma rugosa como taxon infraespecífico de P. major y lo mismo sucede con la forma rubella por las razones expuestas al describir dicha especie.

P. procumbens es una especie escasamente polimorfa, de aspecto general inconfundible, por su escaso tamaño y hábito procumbente.

Las hojas basales bipinnatisectas, con segmentos digitados y el color amarillo de sus flores, son caracteres que ayudan a su neta diferenciación.

Comparte, como ya señaláramos, algunos detalles con P. gracilis: color de las flores, frutos claramente comprimidos lateralmente, etc., pero se diferencia de ella no sólo en el porte, sino porque es planta algo más lampiña, con hojas basales de menor tamaño, y pinnas de forma muy diferente, hojas caulinares medias más reducidas, hojas superiores inexistentes o conservando únicamente la vaina.

P. saxifraga presenta extraordinario polimorfismo

foliar, pero se caracteriza por la forma de sus pinnas, ovales a subredondas, y en ocasiones extraordinariamente incisas a laciniadas.

Su var. dissecta no es siempre fácil de determinar cuando le faltan las hojas basales, porque existen plantas de poblaciones típicas con hojas caulinares semejantes a las de dicha variedad.

P. siifolia también presenta un aspecto considerablemente variado, a pesar de que es planta fácilmente diferenciable de las otras especies por poseer numerosas y finas raíces que surgen de un fuerte rizoma, en vez de las axonomorfias más típicas del género. El rizoma es largo en vez de corto (como en las otras especies que lo poseen).

Sus hojas inferiores son glabras y tienen vainas cortas y anchas, con pecíolo fistuloso y más largo que el limbo foliar (carácter que comparte con P. major), de forma característica difícilmente confundible con otras pimpinelas.

Siempre posee involucelo (lo que es raro en otras especies, salvo en P. bicknellii) y en su cáliz se pueden

reconocer, pese a ser rudimentario, cinco pequeños lóbulos obtusos.

Son característicos sus largos estilos (2,5 mm) y sus frutos con costillas prominentes y un poco aladas. Son de mayor tamaño que en los otros táxones estudiados; (con la única excepción de los P. bicknellii, de los que se diferencian netamente por carecer de pico).

P. traqium es planta cespitosa antes de la floración, posee numerosas cepas saliendo de un rizoma corto y grueso, que se resuelven en un buen número de hojas basales pinnatisectas y muy polimorfas, con aspecto típico de la especie.

Los frutos presentan denso indumento, carácter que comparten con los de P. gracilis var. puberula y P. villosa, pero se separan de los de P. gracilis var. puberula por estar menos comprimidos lateralmente y de P. villosa por poseer menos tricomas.

P. villosa es una especie escasamente polimorfa y fácil de distinguir, por el abundante indumento que cubre toda la planta; así como porque de la misma cepa surgen varios tallos floríferos, ramosísimos, erectos y robustos (sólo

comparables a los de P. major por su robustez) que terminan en numerosas umbelas y tienen un elevado número de hojas basales y éstas una vaina de gran longitud, claramente amplexicaule y parcialmente enterrada.

### III.B. ESTUDIO DE LA EPIDERMIS FOLIAR.

En 1881, VESQUE demostró que para los estudios taxonómicos, la anatomía y morfología de las hojas proporcionan caracteres fijos y abundantes de las distintas especies; por ello hemos considerado que nuestro trabajo quedaría incompleto sin este capítulo, máxime, cuando en la inmensa mayoría de los táxones no hemos logrado encontrar ninguna referencia bibliográfica, sobre este tipo de investigación.

Hemos prestado especial atención a los estomas, por su gran valor filogenético y taxonómico, sin despreciar por ello los otros componentes epidérmicos.

Este esfuerzo nos ha permitido elaborar una clave de identificación (basada en los caracteres epidérmicos) en la que no sólo se diferencian las especies, sino también los táxones infraespecíficos presentes en la Península Ibérica e Islas Baleares.

### B.1. MATERIAL.

El material biológico utilizado ha sido recolectado directamente por nosotros, con el fin de evitar mutilaciones a las plantas conservadas en los herbarios.

Para su correcta identificación, se comprobaron los ejemplares con los pliegos del Herbario del Real Jardín Botánico de Madrid, y con los tipos correspondientes cuando fue posible su localización.

En la selección de las poblaciones, hemos tenido en cuenta su situación geográfica, altitud, tipo de sustrato, humedad del ambiente, etc, lo que nos ha permitido comprobar cómo influyen estos factores ambientales en las distintas epidermis foliares.

En todos los casos, teniendo en cuenta el gran polimorfismo foliar del gén. Pimpinella L. (en: tamaño, forma, contorno, presencia o ausencia de indumento) se trabajó con la epidermis adaxial y abaxial, de 3 hojas basales adultas y bien constituídas, sin parásitos ni picaduras de insectos, pertenecientes a distintas plantas de la misma población. Esto se hizo debido a que los estomas crecen rápidamente, aunque su desarrollo es independiente y

dura hasta que la hoja alcanza su completa madurez; por ello, en hojas jóvenes aparecen mezclados los estomas maduros e inmaduros entre la venación del limbo foliar (ESAU, 1959: 162). A su vez, la proporción relativa de los distintos tipos estomáticos varía según la talla de la hoja (GUYOT, 1966).

De las 8 especies objeto de nuestro trabajo, hemos analizado muestras de 24 poblaciones.

Hacemos notar que de aquellos endemismos restringidos, raros o en peligro de extinción, como es el caso de P. bicknellii, hemos considerado suficiente trabajar con una sola población.

Contrariamente, de las especies que tienen variedades descritas, hemos procurado abarcar todo su rango, tanto geográfico como varietal; tal es el caso de P. traqium Vill, de la que se analizaron 5 poblaciones.

Exponemos a continuación la procedencia del material biológico utilizado en este estudio, indicando las abreviaturas utilizadas para cada taxon.

B = Pimpinella bicknellii Briq. I. de Mallorca, Puig

Roig (31TDE876128), junto a rocas calizas, en sitios húmedos, exp. NE, umbría, 590-600 m, 17-5-1985, leg. et det. A. Landete.

GA = Pimpinella gracilis (Boiss.) Pau. Granada. Beas de Granada (30SWG581292), Vaguada "La Florentina", cerca del Cjo. de "Las Mimbres", sobre calizas, en encinar con pinos de repoblación, unos 1.380 m, 6-8-1980 (loc. nov.) leg. Landete & Moreno, det. A. Landete.

GV = Pimpinella gracilis (Boiss.) Pau. Granada, Huéscar, S<sup>a</sup>. de Guillimona (30SWH401197), "Cjo. de la Vidriera", junto a la Ctra. C. 321, y en claros del pinar de Pinus nigra Arnold, terreno calcáreo, 1.600-1.700 m, 6-8-1980, leg. A. Landete & M. Moreno, det. A. Landete.

GP = Pimpinella gracilis (Boiss.) Pau var. puberula (Loscós & Pardo) Font i Quer. Tarragona, Coll d'Alforja (31TCF2667), camino de la "Ermita de Puigcerver", encinar y Pinus pinea L., entre granitos y esquistos (el análisis acusó ausencia de carbonatos), umbría, exp. NE, 700-780 m, 27-7-1982, leg. et det. A. Landete.

GF = Pimpinella gracilis (Boiss.) Pau var. puberula (Loscós & Pardo) Font i Quer. Teruel, S<sup>a</sup>. de Torrijas

(30TXK7330), "Fuente del Gavilán", en declives del pinar de Pinus nigra Arnold, terreno calcáreo, 1.200 m, 18-6-1982, leg. M<sup>a</sup>. L. & A. Landete, det. A. Landete.

MF = Pimpinella major (L.) Huds. Girona, Freixinet (31TDG4780), zonas húmedas, en lindes de prados, 1.150 m, 29-8-1986, leg. et det. A. Landete.

MS = Pimpinella major (L.) Huds. Madrid, Somosierra (30TVL5952), entre el km 90-91, a mano dcha. de la Ctra. N. 1, dirección a Burgos, suelo carente de carbonatos, 1.400 m, 4-8-1988, leg. et det. A. Landete.

MA = Pimpinella major (L.) Huds. Burgos, Arlanzón (30TVM6781), junto al lado dcho. del río, abundante, 990 m, 24-8-1983, leg. et det, A. Landete.

P = Pimpinella procumbens (Boiss.) Pau. Granada, S<sup>a</sup>. Nevada (30SVG662054), detrás del Observatorio Meteorológico, en la senda que conduce a la cabecera del Barranco de San Juan, en fisuras de rocas esquistosas (analizado el suelo carece de carbonatos), 2.500 m, exp. N, 7-8-1980, leg. A. Landete & M. Moreno, det. A. Landete.

SA = Pimpinella saxifraga L. Teruel, Alcalá de la Selva

(30TXK9271), en prados húmedos y claros del "Pinar de Valdecerezo", umbría, exp. N, 1.390-1.450 m, 23-9-1984 (loc. nov.), leg. et det. A. Landete.

SV = Pimpinella saxifraga L. La Rioja, Villoslada de Cameros (30TWM2667), cruce de Ctra. LO-801 con el río Iregua, junto a la cuneta, analizado el terreno contenía vestigios de carbonatos, 1.200 m, 24-8-1983 (loc. nov.), leg. et det. A. Landete.

SP = Pimpinella saxifraga L. var. dissecta (Retz.) Spreng. Huesca, Bielsa, Pineta (30TBH5930), circo glaciar, declives pedregosos calizos, 1.650-1.710 m, solana, 21-9-1984, leg. et det. A. Landete.

ST = Pimpinella saxifraga L. var. dissecta (Retz.) Spreng. Lleida, Tor (31TCH6017), 11-8-1984 (loc. nov.), leg. et det. A. Landete.

SIA = Pimpinella siifolia Ler. Cantabria, Alivá (30TUN5089), Cueto de los Toribios (loc. clas.), entre pedregales calizos, 10-9-1982, leg. J.A. González & A. Landete, det. A. Landete.

SIP = Pimpinella siifolia Ler. Palencia, Pto. de

Piedrasluengas (30TUN8969), roquedos calizos y umbrosos en claros de hayedos, 1.200-1.260 m, 17-9-1983, leg. C. Alvarez & A. Landete, det. A. Landete.

SIT = Pimpinella siifolia Ler. León, Pto. de Tarna (30TUN1972), al lado dcho. de la Ctra. en dirección a Tarna, cerca del límite con Asturias, en fisuras de rocas calizas, umbría húmeda, 1.500 m, 15-9-1983, leg. C. Alvarez & A. Landete, det. A. Landete.

TA = Pimpinella tragium Vill. Cantabria, Alivá (30TUN5089), en fisuras de rocas calizas, 1.500 m, 10-9-1982, leg. J.A. González & A. Landete, det. A. Landete.

TT = Pimpinella tragium Vill. León, Pto. de Tarna (30TUN1972), en fisuras de rocas y entre canchales calcáreos, exp. S, 1.490-1.510 m (junto con P. siifolia Ler.), 15-9-1983, leg. C. Alvarez & A. Landete, det. A. Landete.

TB = Pimpinella tragium Vill. var. balearica Knoche. I. de Mallorca, Cumbre del Puig de Massanella (Maçanella) (31SDE8102), en fisuras de rocas calizas, exp. N, 1.340 m, leg. et det. A. Landete.

TG = Pimpinella tragium Vill. var. glauca (Presl) DC.  
Granada, S<sup>a</sup>. Nevada (30SVG6803), Ctra. vieja del Veleta, en  
gleras calcáreas, junto a la cuneta, entre los postes 16-26,  
exp. N, 1.970 m, abundante, 8-8-1980 (loc. nov.), leg. A.  
Landete & M. Moreno, det. A. Landete.

TL = Pimpinella tragium Vill. var. leriensis O. de  
Bolòs. Tarragona, Valle de Llèria (31TCF1930), a unos 3 km  
a partir de la "Central Nuclear de Vandellòs", al pie de  
rocas calizas, y en fisuras, umbría, exp. N, 100-200 m, 22-  
8-1984, leg. M<sup>a</sup>. L. & A. Landete, det. A. Landete.

VG = Pimpinella villosa Schousb. Granada, Beas de  
Granada (30SVG583293), "Cjo. de las Mimbres", suelo arenoso,  
en el borde del encinar, 1.380 m, 6-8-1980 (loc. nov.), leg.  
A. Landete & M. Moreno, det. A. Landete.

VM = Pimpinella villosa Schousb. Madrid, El Pardo  
(30TVK3989), Ctra. C. 640, en los primeros km en dirección  
a "La Quinta" y en ésta, suelo arenoso, entre encinar y en  
terrenos incultos, 640 m, 20-7-1983, leg. et det. A.  
Landete.

VP = Pimpinella villosa Schousb. Portugal, Bragança,  
Miranda do Douro (29TQF2598), detrás de la catedral, terreno

arenoso-esquistoso, analizado resultó carecer de carbonatos, 750 m, abundante, 22-7-1983, leg. et det. A. Landete.

## **B.2. TECNICAS HISTOLOGICAS.**

Para la obtención de las epidermis foliares, se utilizó, cuando fue factible, material fresco, por conseguirse mejores resultados con menor esfuerzo, pero en la mayoría de los casos tuvimos que recurrir a las plantas prensadas, herborizadas por nosotros.

Fueron sometidas al tratamiento propuesto por SHAH & ABRAHAN (1981:190) y MORENO SANZ (1983:126), con escasas modificaciones para adaptarlo a nuestro caso concreto. Este consistió en:

a) Ablandado: Inmersión de las hojas en disolución de hidróxido sódico al 1/1000, durante un tiempo variable, que osciló entre 5 y 20 minutos, como término medio, según la consistencia foliar.

b) Obtención de la epidermis: Para ello se ubicó la hoja en el cristal deslustrado de la lupa, con la finalidad de que no se resbalara durante la manipulación. Después, con la ayuda de un escalpelo y un pincelito se raspó la

epidermis adaxial y el mesófilo de la hoja, hasta dejarla reducida a la epidermis abaxial, que permanecía en contacto con el cristal deslustrado. Luego se operó de igual forma, con otra hoja, para obtener la epidermis adaxial.

c) Aclarado: Se introdujo la epidermis, así obtenida, en hipoclorito sódico al 10%, durante un par de horas aproximadamente, con ello se eliminó los restos de clorofila y quedó la epidermis en buenas condiciones para su posterior estudio.

d) Lavado: Introducción en agua destilada, para anular totalmente el hipoclorito sódico.

e) Montaje en agua: No fue necesario teñir, pues los elementos epidérmicos (células, estomas, cutícula y tricomas) destacan con suficiente nitidez, por lo que las epidermis, bien extendidas sobre un portaobjeto, fueron montadas directamente con agua y desechadas una vez obtenidas las medidas y fotografías.

De las epidermis tratadas tomamos en consideración las siguientes variables:

nº de células epidérmicas por  $\text{mm}^2$

nº de estomas por  $\text{mm}^2$

tipos de estomas

nº de pelos por  $\text{mm}^2$

constitución de los pelos

estimación del tamaño estomático

Consideramos efectivos de muestra de  $n=200$  para las 4 primeras variables y de  $n=50$  para la última.

Las observaciones se realizaron con el fotomicroscopio II marca C. Zeiss, provisto de objetivos de 10x, 40x, 100x, más lentes de proyección de 1,25x, 1,6x, 2x; el ocular utilizado fue de 10x. A excepción, de cuando se empleó el micrómetro lineal que era de 8x, de forma que cada división del mismo equivalía, cuando se empleaba el objetivo de 40x, a 2,15  $\mu\text{m}$ .

Para medir los estomas, los tricomas y las células epidérmicas se trabajó con el objetivo de 40x.

Las densidades de estas células, estomas y pelos se obtuvieron mediante un micrómetro de superficie, con el objetivo y ocular de 10x y la lente de proyección de 1,25x que lleva incluido el microscopio.

Después de analizadas las preparaciones y obtenidas las medidas deseadas, procedimos a realizar fotografías representativas de las mismas, utilizando el fotomicroscopio mencionado, cargado con película Panatomic X film de 32 ASA. Los aumentos de las fotografías no fueron uniformes, pues variabamos los objetivos, ya que en unas ocasiones era conveniente obtener una visión panorámica y en otras, detalles con mayores aumentos, éstos van indicados en las correspondientes fotografías.

### **B.3. CELULAS EPIDERMICAS**

#### **3.1. RESULTADOS**

En la GRAFICA 1 se muestra la densidad de las células epidérmicas por  $\text{mm}^2$ , de cada uno de los táxones estudiados.

Pasamos a describir brevemente las observaciones de estas células en cada especie:

#### **P. BICKNELLII BRIO.**

De todas las especies estudiadas ésta es la que presenta sus células epidérmicas de mayor tamaño, en el

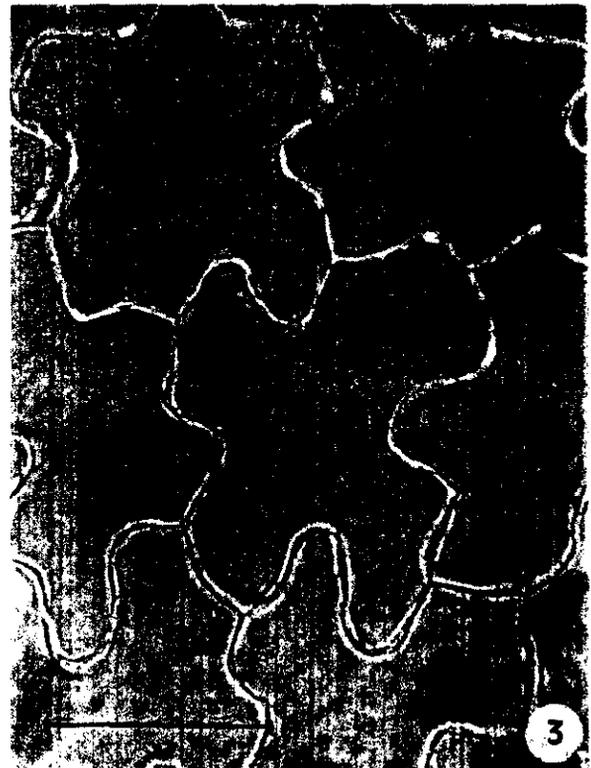
envés, ascendiendo sólo a 56 células por  $\text{mm}^2$ , mientras que en la haz existen 195 células por  $\text{mm}^2$ .

En esta especie las células epidérmicas son irregulares en ambas superficies foliares, ésto se acentúa como consecuencia de que sus paredes celulares son sinuosas, carácter que se manifiesta claramente en el envés (Lám. 26, fig.1).

Junto al borde de la hoja aparecen unas 4 filas de células alargadas en dirección al ápice de las pinnas (Lám. 27, fig. 1 y Lám. 28, fig. 2), con paredes cada vez más irregulares a medida que se aproximan a los nervios. Hacia el interior se encuentran haces vasculares, que siguen todo el margen foliar con sus correspondientes dientes.

#### PIMPINELLA GRACILIS (BOISS.) PAU

Presenta en sus poblaciones andaluzas (GA y GV) un aspecto irregular en sus células epidérmicas, como consecuencia de tener sus paredes celulares muy sinuosas, especialmente en el envés (Lám. 29, fig. 1 y Lám. 30, fig. 4).

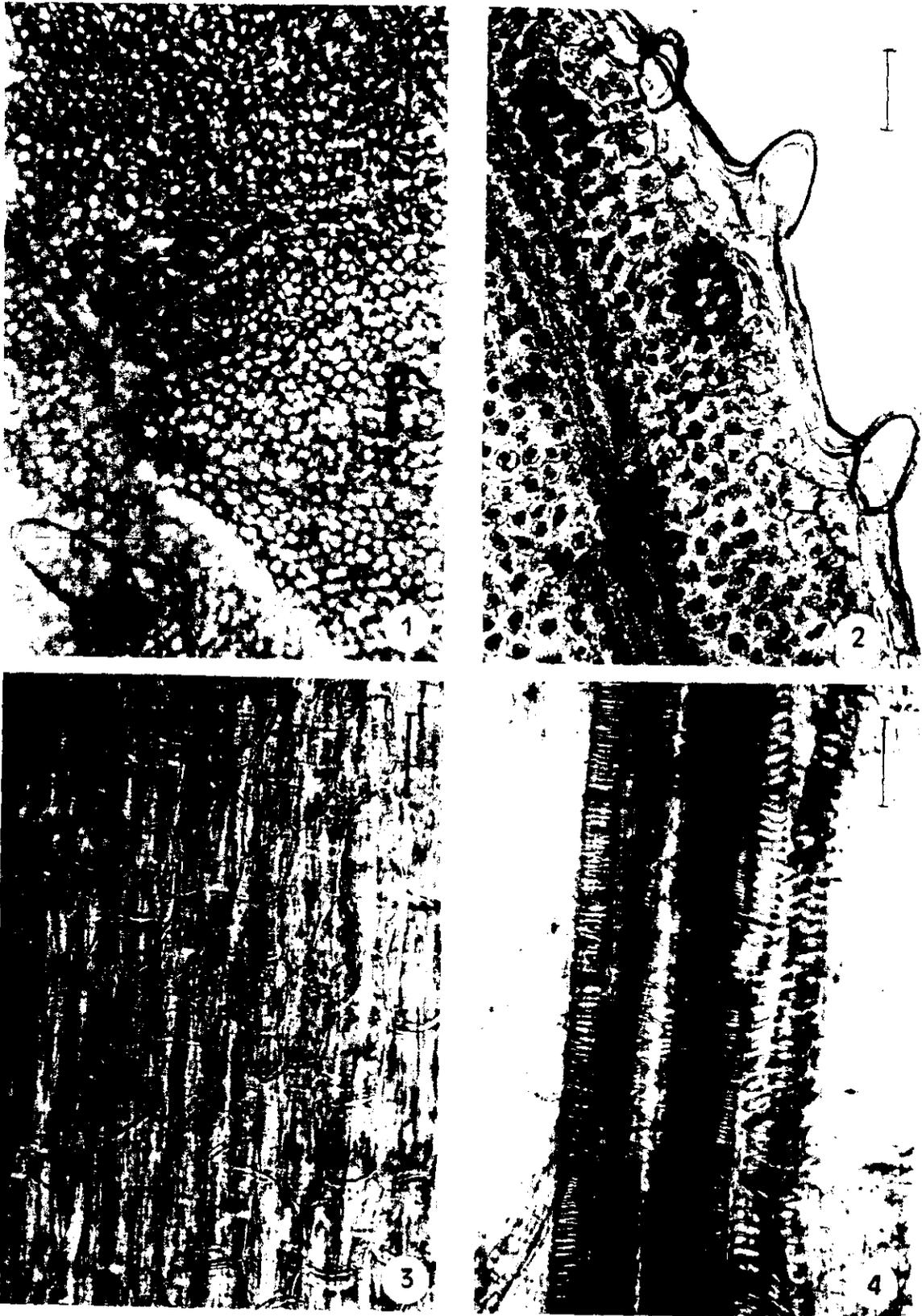
*P. bicknellii* Briq.

- 1.- (1) Frónes. Tabiques celulares sinuosos. Estomas A. An. y I.
- 2.- (2) Haz. Ausencia de estomas. Paredes celulares sinuosas cercanas al margen foliar.
- 3.- (3) Haz. Paredes celulares dentadas, alejadas del margen foliar. Célula central en contacto con seis adyacentes.

*P. bicknellii* Briq.

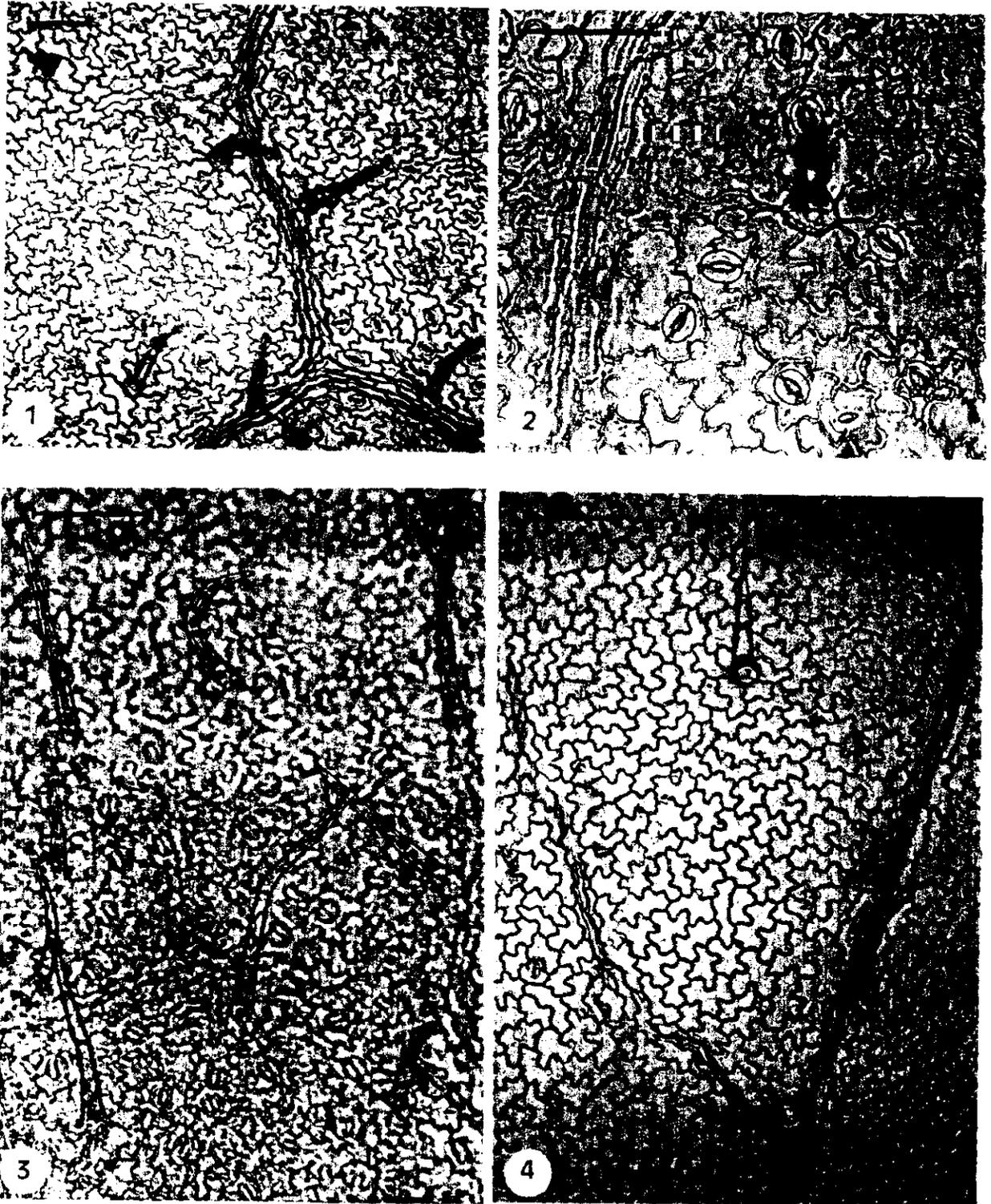
- 1.-(D) Haz. Dieste foliar con tricomas en el margen, seguidos de varias filas de células oblongas.  
 2.-(V) Envés. Tricomas antraxos en el margen foliar.  
 3.-(D) Haz. Pelo unicelular. Cutícula manifiesta.  
 4.-(V) Haz. Tricoma sobre un soporte de células.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

*P. bicknellii* Briq.

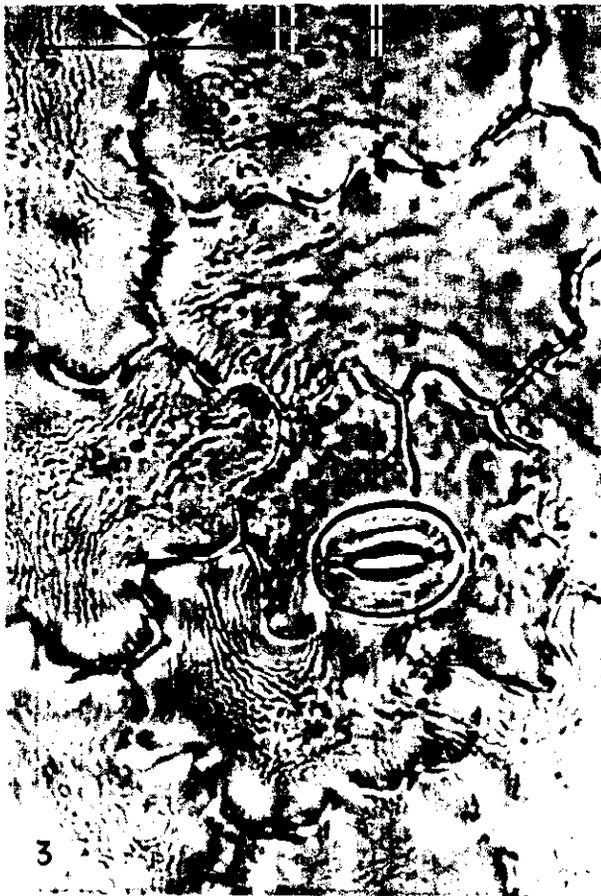
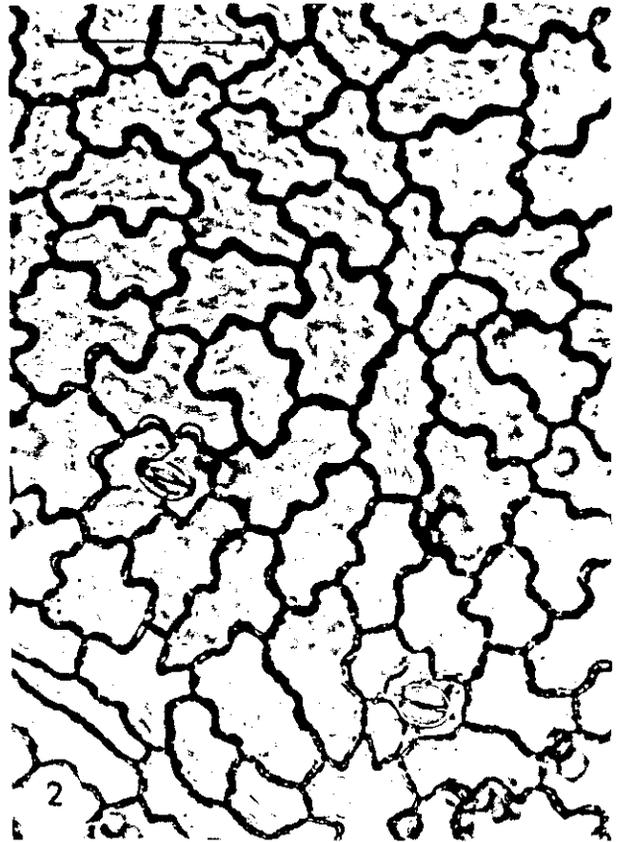
- 1.- (B) Envés. Tricomas con superficie lisa.  
 2.- (B) Haz. Tricomas en superficies y margen, unicelulares.  
 3.- (E) Tallo. Epidermis de células colongas y triangulares; en el centro un estoma.  
 4.- (E) Pecíolo. Vasos helicados y anulares; sin estomas.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m .

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

- 1.- (GA) Envés. Pared celular dentada y ondulada sobre los nervios. Estomas abundantes; tricomas escasos.
- 2.- (GA) Envés. Estomas principalmente diacíticos.
- 3.- (GA) Envés. Tricomas pluricelulares.
- 4.- (GA) Haz. Pared celular menos dentada que en el envés.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

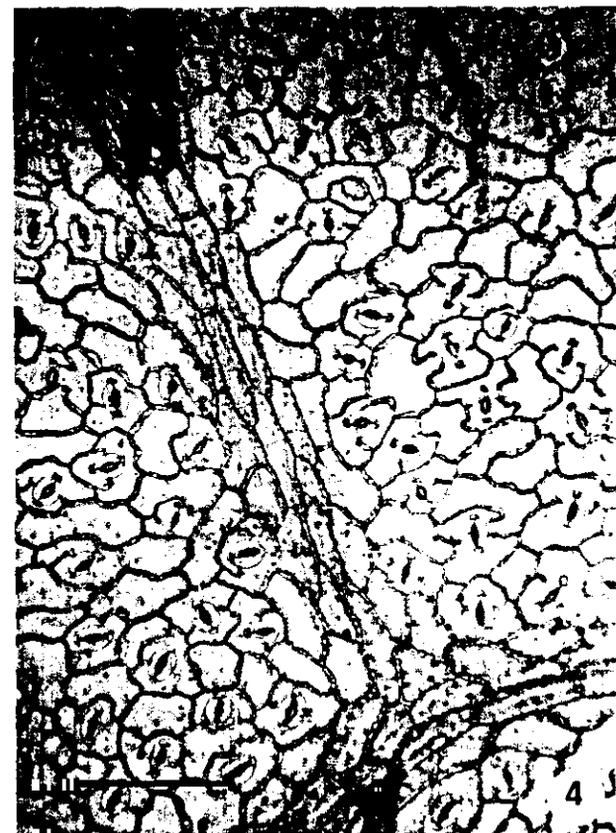
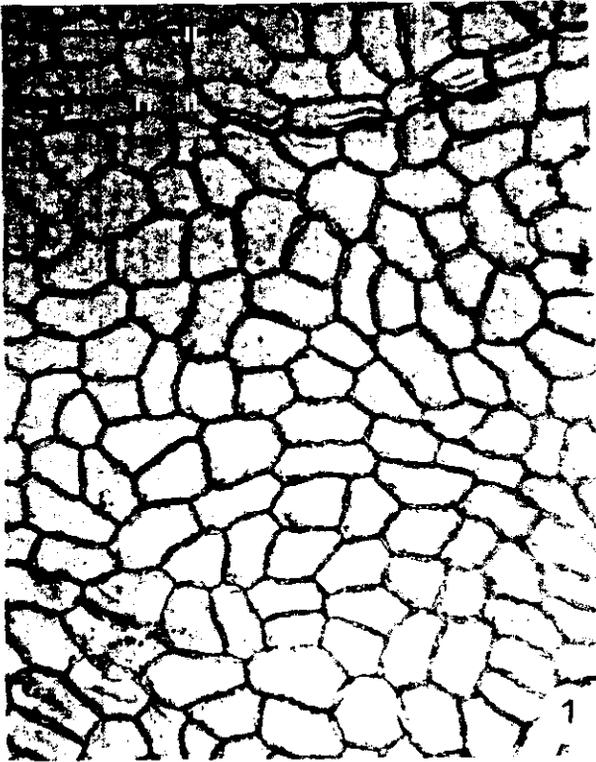
- 1.- (BV) Haz. Tricoma pluricelular; epidermis marginal con tabiques rectos, epidermis central de la lámina foliar con paredes onduladas.
- 2.- (BV) Haz. Paredes onduladas; escasos estomas.
- 3.- (BV) Haz. Estoma anisocítico.
- 4.- (BV) Envés. Paredes dentadas. Abundantes estomas  $\bar{D}$  y  $\bar{A}$ .
- Escala gráfica: figs. 1, 2 y 4 = 200  $\mu$ m; fig. 3 = 50  $\mu$ m.

En la var. puberula (GF y GP) del Este peninsular, sus células son aproximadamente del mismo tamaño que en la especie típica, siendo en la superficie superior de la hoja poligonales y generalmente limitadas por seis lados desiguales (Lám. 31, fig. 1), aunque a veces se reducen a cinco o cuatro; las paredes celulares son rectilíneas; en cambio, en la superficie inferior son ondulado-sinuoso y tanto en haz como en envés, estas células presentan abundantes plasmodesmos (Lám. 32, figs. 2-3).

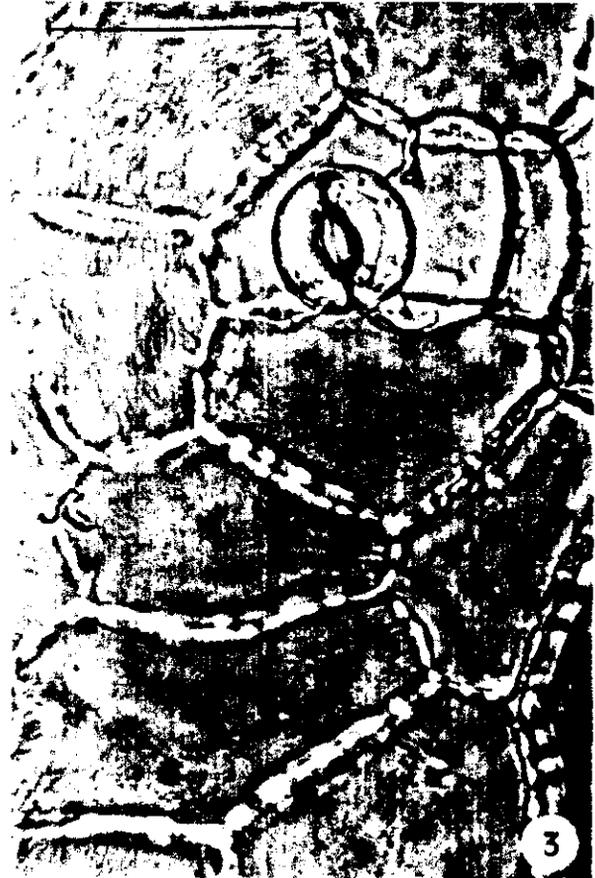
De las cuatro poblaciones estudiadas de esta especie, la que posee menor número de células epidérmicas por  $\text{mm}^2$  en ambas superficies es GV (S<sup>a</sup>. de Guillimona), con un valor de 280 en la haz y 197 en el envés. En cambio, el mayor valor en la superficie superior lo alcanza GF (S<sup>a</sup>. de Torrijas) con 367, y GA (Beas de Granada) en el envés, con 287 células por  $\text{mm}^2$ .

PIMPINELLA MAJOR (L.) HUDS.

En la superficie dorsal las células suelen ser poligonales, con los bordes rectilíneo-ondulados y, la mayoría, contactan con 6 células o más (Lám. 33, fig. 4). En la superficie ventral, en cambio, son de forma irregular y los tabiques celulares más o menos dentados (Lám. 33, fig.

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

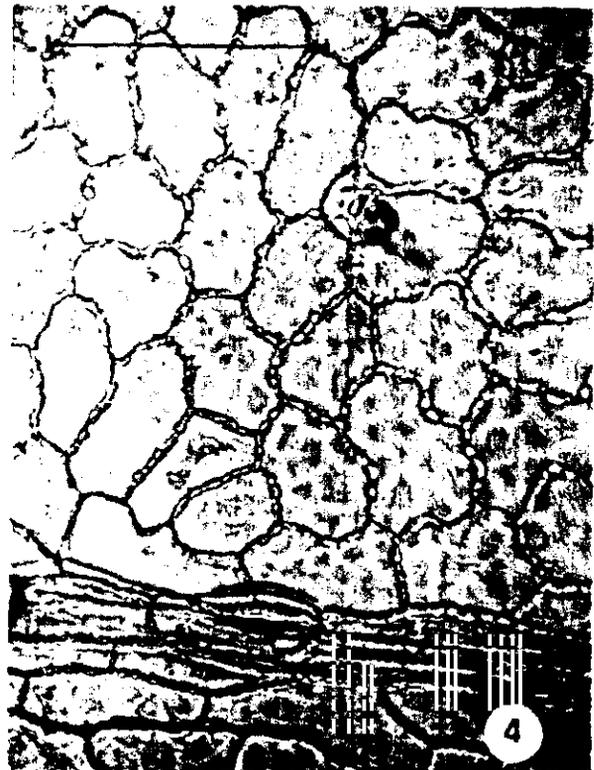
- 1.- (GF) Haz. Células poligonales con tricomas rectos. Ausencia de tricomas y estomas.
- 2.- (GF) Envés. Tricomas pluricelulares sobre un nervio.
- 3.- (GF) Envés. Pelo con 9 células situado sobre un nervio.
- 4.- (GF) Envés. Tricomas ondulados. Abundancia de estomas.
- Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

- 1.- (SP) Envés. Nervio con pelos y cicatrices de desprendimiento de los mismos (a). Se observan 2 núcleos (b) en una misma célula, posiblemente en proceso de división.
- 2.- (SP) Envés. Estomas A. y B.; estoma en formación (c)
- 3.- (SP) Haz. Menor frecuencia estomática que en el envés.

Escala gráfica = 50  $\mu$ m.

## P. major (L.) Hudson



- 1.- (MA) Haz. Paredes celulares onduladas.  
 2.- (MA) Envés. Paredes celulares dentadas. Estomas.  
 3.- (MA) Tallo. Zonas alternas con y sin tricomas; células  
 alargadas.  
 4.- (MA) Haz. Base de un pelo formada de 4 células epicórticas;  
 abundantes plasmodesmos.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

2). Los plasmodios sólo los hemos observado en la haz de las plantas de Burgos (MA) (Lám. 33, fig. 4).

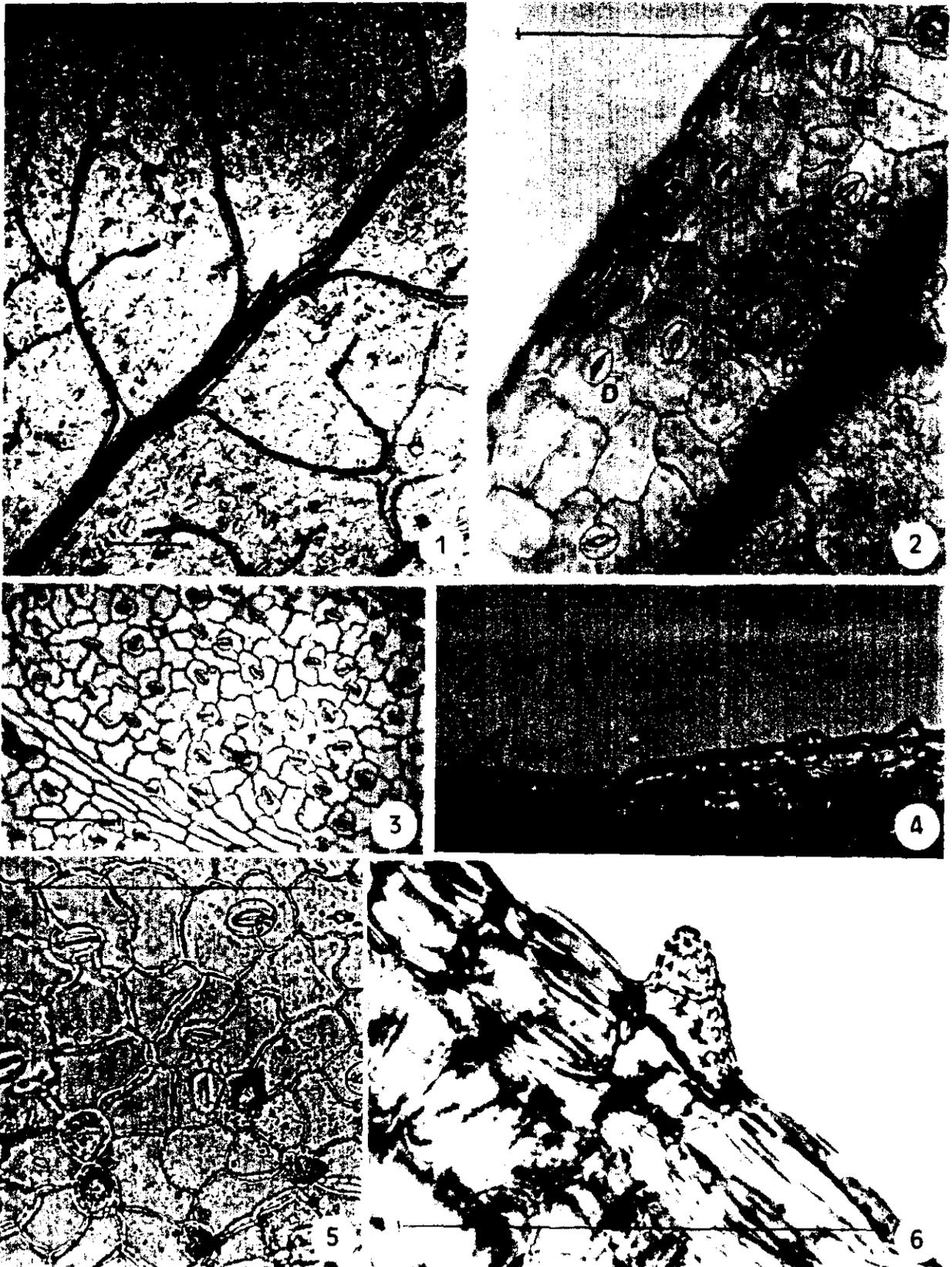
El número de células epidérmicas en la superficie adaxial es muy variable, no obstante carecer de estomas y poseer escasos tricomas, habiéndose contabilizado como cifras extremas 446 células epidérmicas por  $\text{mm}^2$  en MF (Girona) y 199 en MA (Burgos).

En la superficie abaxial se han contabilizado como valores extremos 152 células por  $\text{mm}^2$  en la población MF (Girona), que es la que posee células de menor tamaño en ambas superficies y 111 células por  $\text{mm}^2$  en la población MS (Somosierra, Madrid).

No se puede hablar de homogeneidad intraespecífica de las células epidérmicas, en esta especie.

#### PIMPINELLA PROCUMBENS (BOISS.) PAU

Una particularidad de este taxon es que bordeando la hoja sólo aparece 1 ó 2 capas de células oblongas, en dirección al ápice (Lám. 34, figs. 4 y 6), mientras que en las otras especies son varias las capas que existen, como es el caso de P. siifolia, P. villosa, P. gracilis, etc.); el

*P. procumbens* (Boiss.) Pau

- 1.- (P) Haz. Nervadura y abundantes estomas.  
 2.- (P) Haz. Margen foliar con un pelo; estomas cercanos al margen paralelos al mismo y D.  
 3.- (P) Haz. Base de un pelo rodeada por 4 células epidérmicas.  
 4.- (P) Envés. Margen con cutícula gruesa y 2 capas de células alargadas con dirección al ápice.  
 5.- (P) Haz. Paredes celulares candeladas.  
 6.- (P) Haz. Pelo bicelular.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

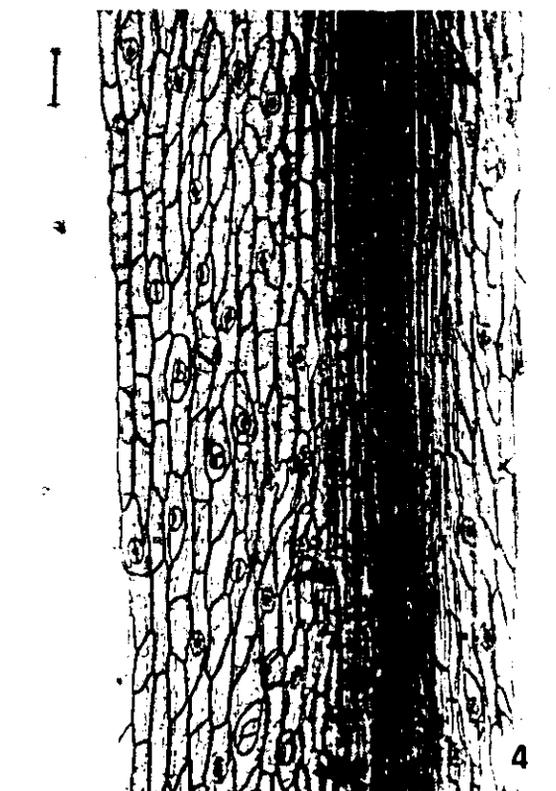
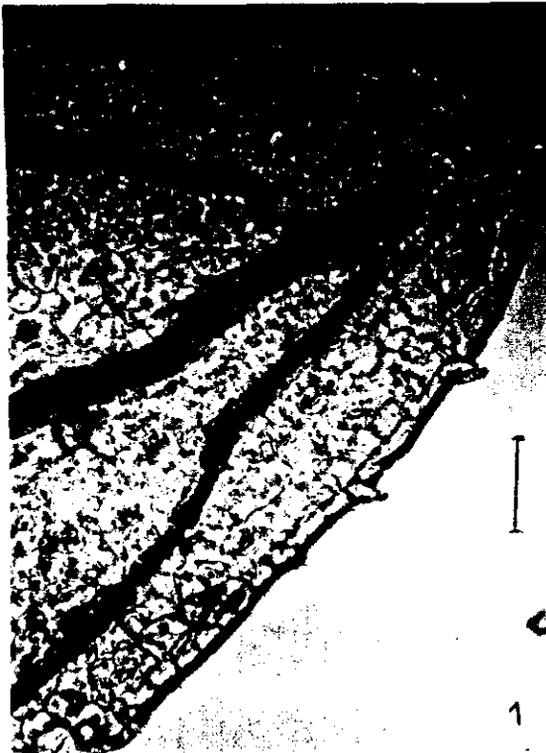
resto de las células son poligonales, con sus paredes onduladas en la cara adaxial y casi sinuosas en la abaxial (Lám. 34, fig. 3 y Lám. 35, fig. 3).

Las células epidérmicas son como en todos los táxones estudiados más abundantes en la haz que en el envés, si bien, su diferencia en esta especie es muy notable, aproximadamente el doble (221 células por  $\text{mm}^2$  en la superficie superior y 133 en la inferior).

#### PIMPINELLA SAXIFRAGA L.

Este taxón presenta las células epidérmicas con tabiques celulares rectilíneos o levemente ondulados en la superficie adaxial, y con paredes celulares claramente onduladas o algo sinuosas en la superficie abaxial, especialmente en la población SP (Huesca, var. dissecta) (Lám. 36, figs. 2 y 3).

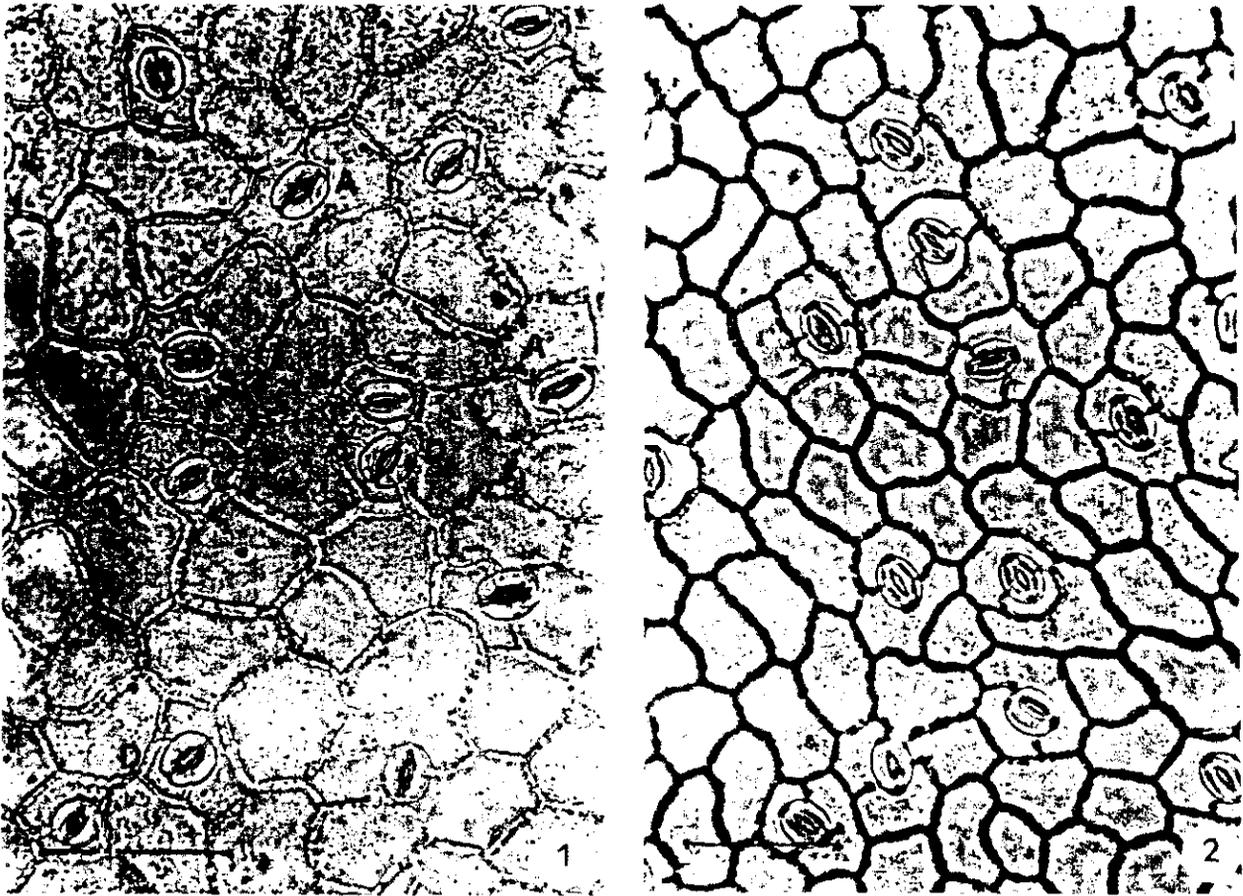
Destacamos la gran homogeneidad numérica de células epidérmicas encontradas en el envés, donde el valor más alto es de 116 células por  $\text{mm}^2$ , tanto en la población SP (Huesca) como en la población ST (Lleida), ambas pertenecientes a la var. dissecta. La diferencia mayor, respecto a la especie típica, es sólo de 10 células epidérmicas por  $\text{mm}^2$  en la

*P. procumbens* (Boiss.) Pau

- 1.--(P) Haz. Margen foliar con tricomas antrorsos y cutícula gruesa. Sólo una fila de células paralelas al margen.
- 2.--(P) Haz. Pelo bicelular con superficie rugosa.
- 3.--(P) Envés. Paredes celulares más onduladas que en la haz. Estomas B. y A.
- 4.--(P) Pecíolo. Células epidérmicas orientadas longitudinalmente, zonas anastomáticas alternando con las reticúlicadas.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

## P. saxifraga L.



- 1.-(SP) Haz. Paredes celulares onduladas, con plasmodesmos; estomas D y A.
- 2.-(SP) Envés. Semejante a la haz, con las paredes celulares algo más onduladas y más abundancia de estomas.
- 3.-(SP) Envés. Estomas A. y Ap.

Escala gráfica = 125  $\mu$ m.

superficie abaxial, de la población SA (Teruel).

El margen foliar muestra varias capas de células rectangulares (Lám. 37, fig. 3) bastante homogéneas, en el envés.

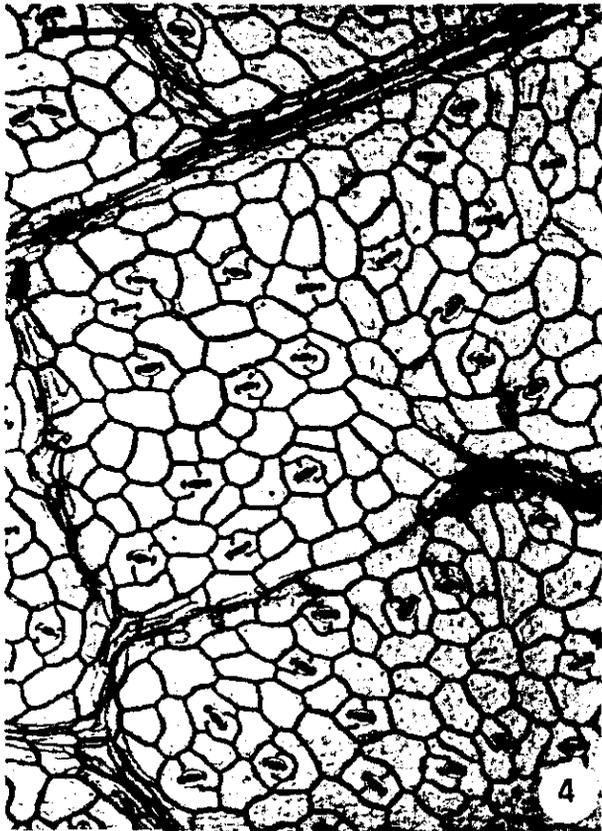
La comunicación celular se realiza por multitud de plasmodesmos que interrumpen la continuidad de la membrana (Lám. 37, fig. 2).

#### PIMPINELLA SIIFOLIA LER.

Este taxón posee de 3 a 5 capas de células rectangulares paralelas al margen foliar, las cuales van haciéndose cada vez más irregulares y sus tabiques más ondulados en la haz, llegando a plenamente sinuosos en el envés (Lám. 38, fig. 2 y Lám. 39, figs. 2-3).

Esta especie es hipostomática y el número de células epidérmicas en la superficie adaxial, alcanza un valor máximo en SIT (León), equivalente a 527 células por  $\text{mm}^2$  (máximo valor observado de todos los táxones estudiados), seguida muy de cerca por SIP (Palencia). El valor mínimo de 376 células epidérmicas corresponde a SIA (Cantabria) cuyas células alcanzan mayor tamaño, siendo esta la población más

## P. saxifraga L.



- 1) (SA). Envés. Paredes celulares onduladas, excepto en los nervios, donde son rectilíneas.
- 2) (SA). Envés. Estoma anomocítico rodeado de 5 células epidérmicas.
- 3) (SA). Envés. Margen con espesamientos cuticulares.
- 4) (SA). Haz. Con menos estomas que el envés. Escala gráfica = 50  $\mu$ m.

*P. siifolia* Ler.

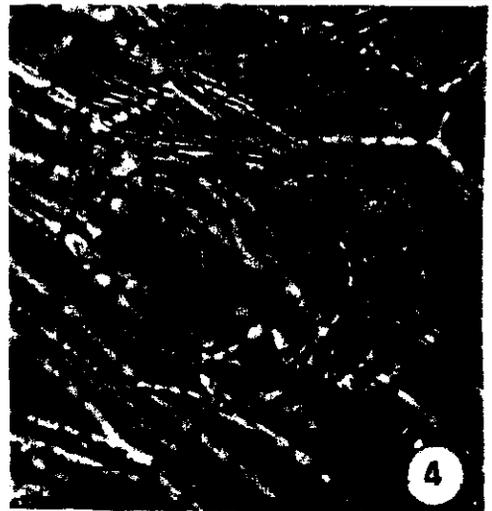
1



2



3



4

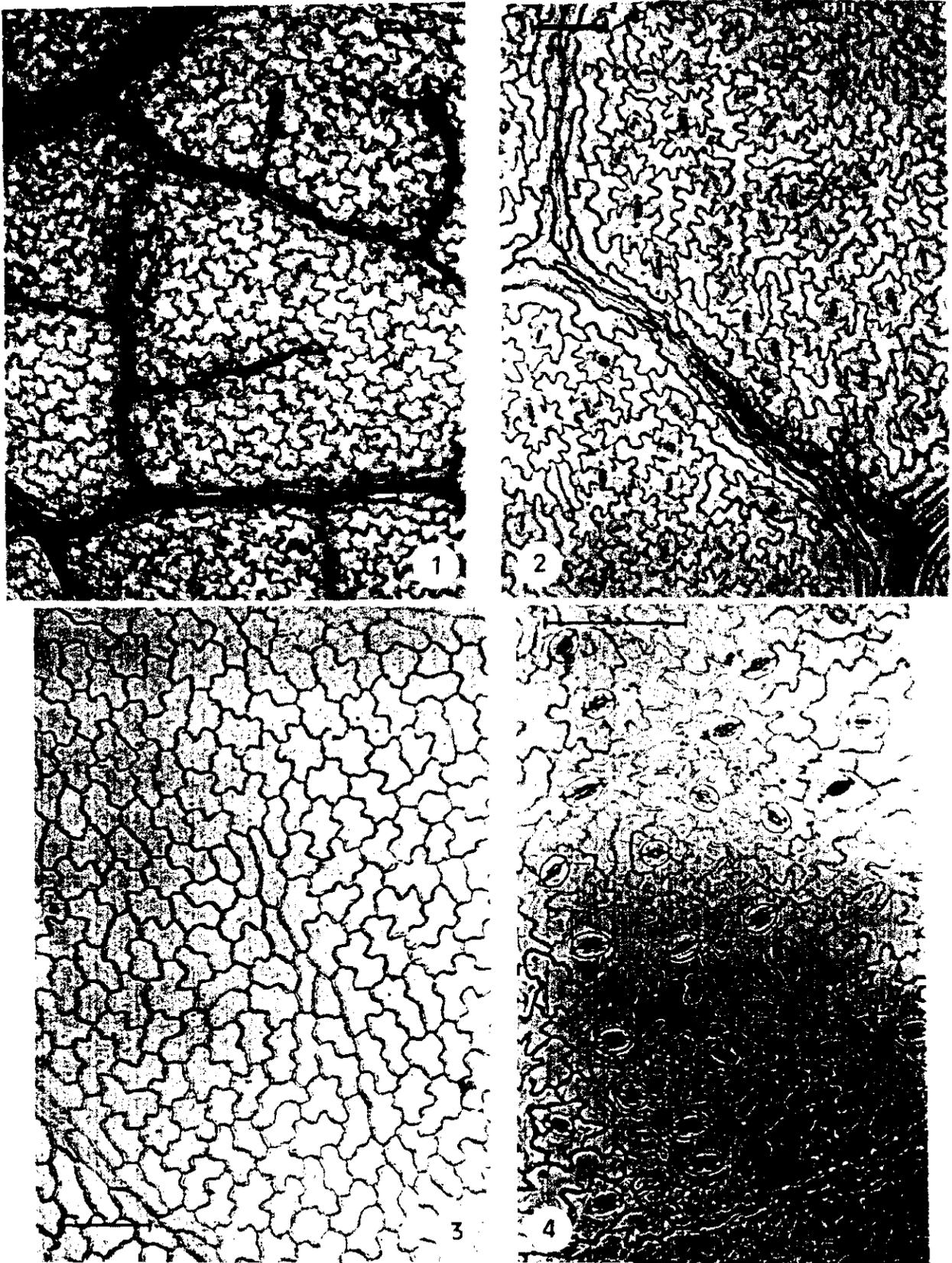


5



6

- 1.- (SIA) Haz. Vista perpendicular de 3 pelos unicelulares.  
 2.- (SIA) Haz. Epidermis sin estomas en el margen foliar.  
 3.- (SIP) Envés. Tricomas cónicos sobre un nervio.  
 4.- (SIA) Haz. Pelo unicelular con gruesa cutícula.  
 5.- (SIP) Haz. Tricomas cónicos en forma de matraz.  
 6.- (SIP) Haz. Tricomas sobre un nervio principal.  
 Escala gráfica = 50  $\mu$ m.

*P. siifolia* Ler.

- 1.- (SIP) Haz. Ausencia de tricomas y de estomas.  
 2.- (SIP) Envés. Paredes celulares más dentada que en la haz.  
 3.- (SIA) Haz. Pared celular dentada.  
 4.- (SIA) Envés. Abundantes estomas. Pared celular dentada.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

norteña (Lám. 40, fig. 1).

En la superficie abaxial, las diferencias numéricas de las células epidérmicas entre las poblaciones estudiadas son pequeñas (GRAFICA 1).

No se visualizan con nitidez los plasmodesmos.

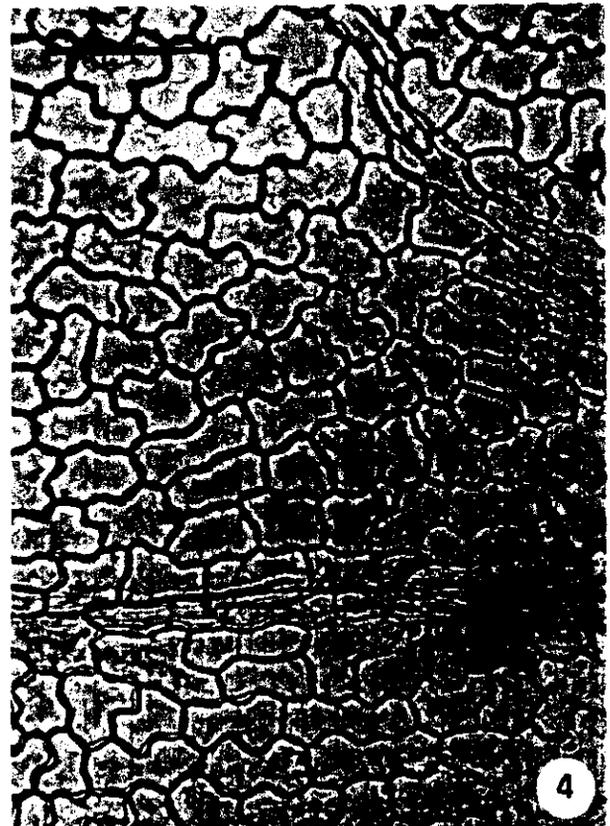
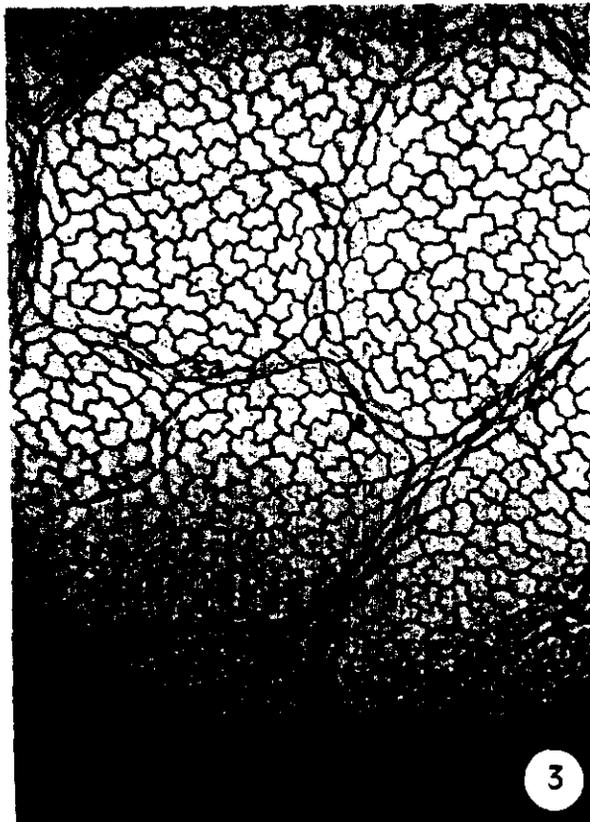
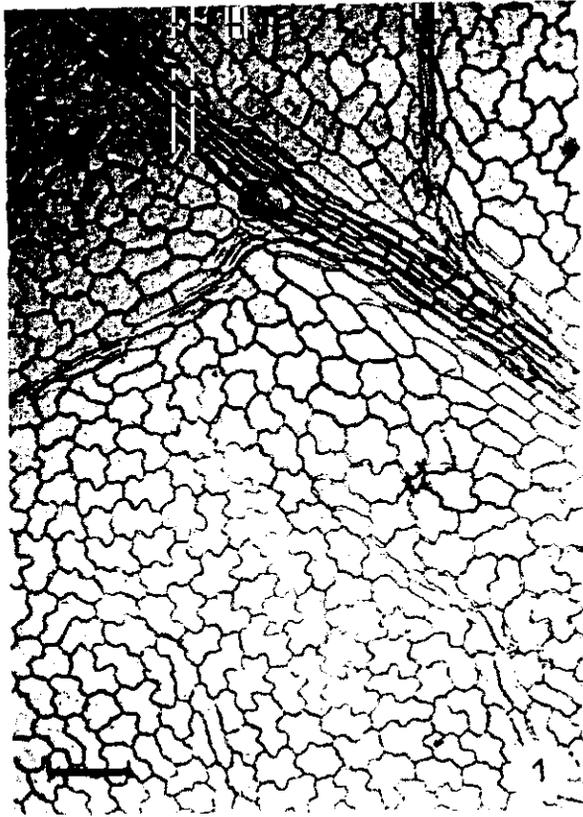
PIMPINELLA TRAGIUM VILL.

Muestra células poliédricas, más o menos irregulares, de tabiques rectilíneos en la cara superior de la hoja y algo ondulados en la inferior (Lám. 41, figs. 2-3).

Los plasmodesmos están claramente manifiestos (Lám. 42, fig. 1). En el borde foliar se aprecian de 1 a 4 capas de células tabulares y paralelas al margen (Lám. 43, fig. 2).

Al analizar las distintas hojas, comprobamos que las células epidérmicas de menor tamaño se encuentran en la población TT (León), siendo su número 385 por mm<sup>2</sup> en la superficie adaxial y 355 en la abaxial.

El aspecto de la epidermis de la var. balearica y la var. leriensis es bastante parecido, no obstante en la

*P. siifolia* Ler.

- 1.- (BIA) Haz. Felo unicelular con superficie lisa sobre un nervio.
- 2.- (BIA) Haz. Hiente foliar con espesamientos cuticulares.
- 3.- (BIA) Haz. Nervadura cubierta con células de pared rec- ca.
- 4.- (BIA) Haz. Células epidérmicas contactando generalmente con 6 células.
- Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

## P. tragi um Vill .



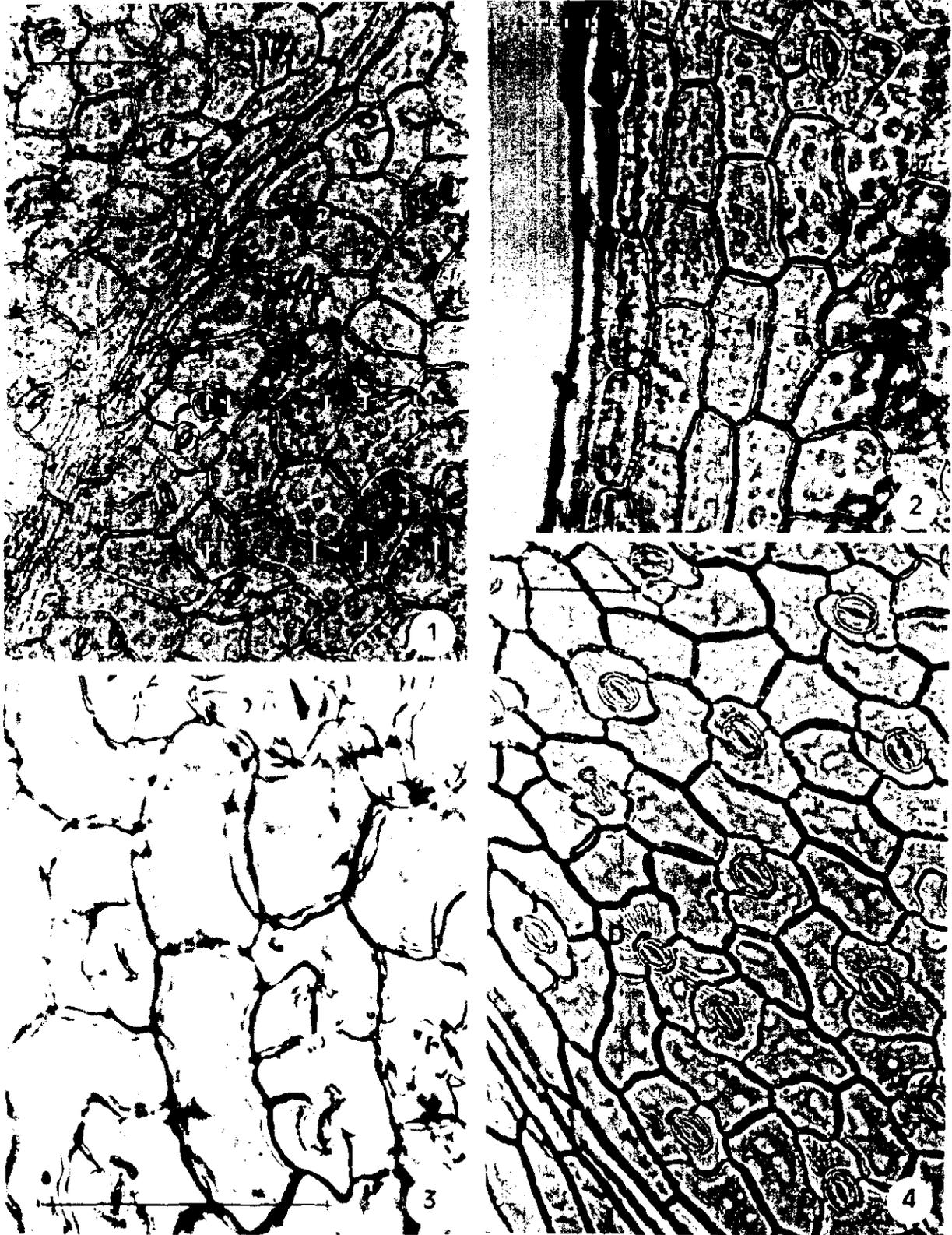
- 1.- (TA) Haz. detalle de un estoma diacítico.  
 2.- (TA) Haz. Paredes celulares sinuosas con plasmodesmos.  
 3.- (TA) Envés. Más estomas y paredes celulares más onduladas que en la haz.  
 Escala gráfica = 30  $\mu$ m.

## P. tragiun Vill.



- 1.- (II) Haz. Cicatriz de un pelo contactando con seis células. Abundantes estomas diafóicos.
- 2.- (II) Envés. Tricomas antrorsos uni o bicelulares con su superficie rugosa, en el margen foliar.
- 3.- (II) Envés. Apice de una pinna; cutícula gruesa; sólo una capa sin estomas y con células paralelas al margen foliar.

Escala gráfica = 125  $\mu$ m.

*P. tragi* Vill.var. *leriensis* O. de Bolós

- 1.- (TL) Haz. Paredes celulares cruzadas. Estomas D, I y A  
 2.- (TL) Haz. Margen foliar con 4-5 capas de células oblongas  
 3.- (TL) Envés. Paredes celulares algo onduladas: estomas.  
 4.- (TL) Envés. Abundantes estomas D y algunos I.

Escala gráfica : 150  $\mu$ m.

primera variedad citada las células epidérmicas son más pequeñas, siendo el número por  $\text{mm}^2$ , en la haz, de 212 y en el envés 177; en la var. leriensis visualizamos 124 células por  $\text{mm}^2$  en la cara superior y 118 en la inferior (Lám. 43). La var. glauca posee un mayor número de células epidérmicas, en ambas superficies, que las otras variedades estudiadas (Lám. 44), según puede comprobarse en la GRAFICA 1.

#### PIMPINELLA VILLOSA SCHOUSB.

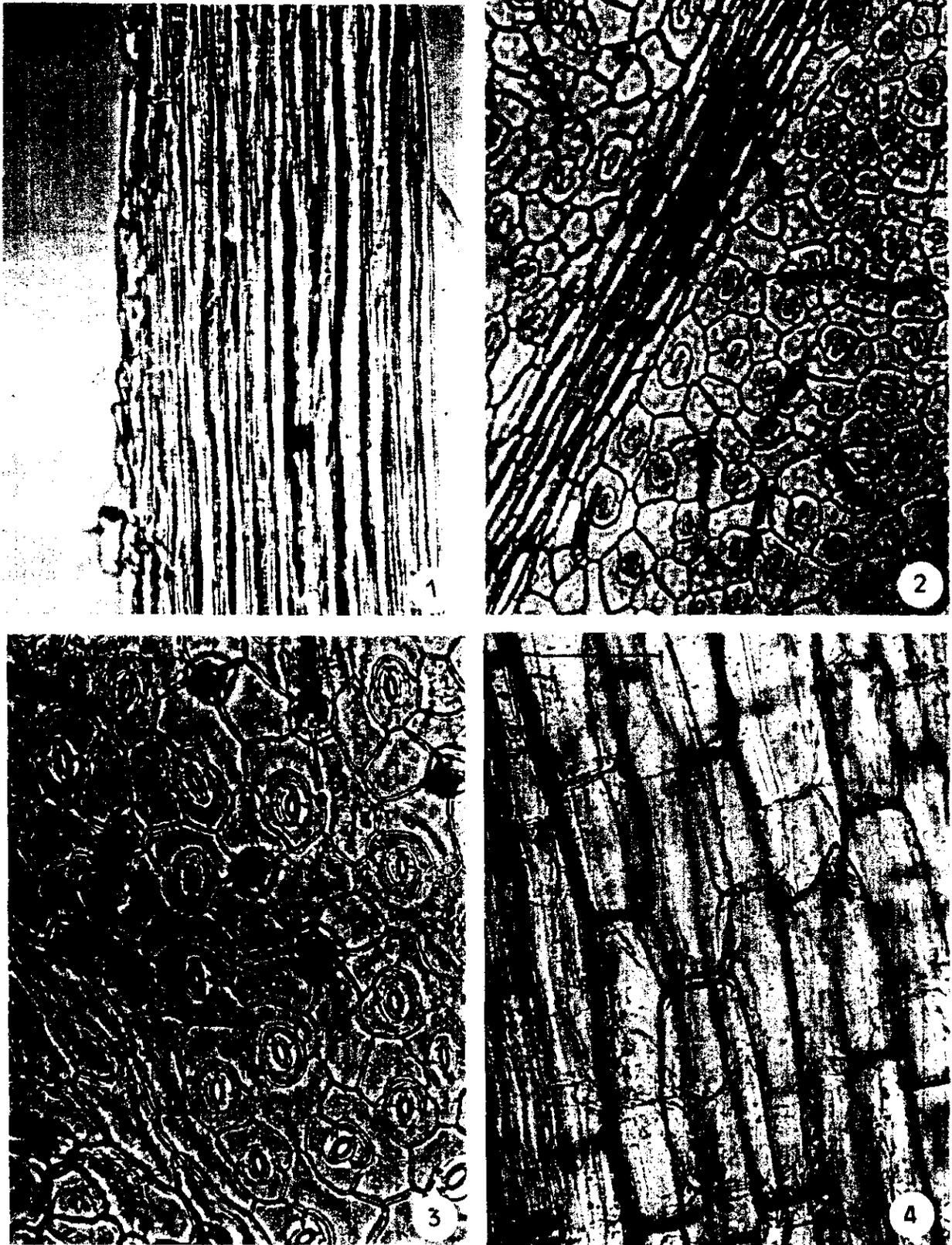
Es una especie muy uniforme en aspecto y tamaño, tanto en las poblaciones de España como de Portugal, a pesar de que intencionadamente hemos estudiado ejemplares del Norte, Centro y Sur de la Península Ibérica, sólomente hemos podido apreciar una leve variación clinal en la densidad de las células epidérmicas, tanto menor cuanto más al sur.

La mayor densidad de células epidérmicas, en ambas superficies, corresponde a la población portuguesa (VP), con insignificante diferencia entre la haz y el envés (246 y 241 células por  $\text{mm}^2$  respectivamente).

Sus células presentan paredes rectilíneas en la superficie adaxial y levemente ondulada en la abaxial, en las que se visualizan con claridad los plasmodesmos (Lám.

*P. trragium* Vill.

var. *glauca* (Presl) DC.



1.- (TG) Tallo. Zona estomática con escasísimos estomas.

2.- (TG) Envés. Paredes celulares onduladas.

3.- (TG) Envés. Cicatrices de velos.

4.- (TG) Tallo. Células oblongas con pared recta.

Escala gráfica: figs. 1, 2 y 3 = 200  $\mu$ m; fig. 4 = 50  $\mu$ m.

45, figs. 2 y 4).

Bordeando la hoja se aprecian varias capas de células rectangulares paralelas al margen.

### 3.2. DISCUSION DE LAS CELULAS EPIDERMICAS

Como observaciones de carácter general, señalaremos la siguientes:

- El tamaño de las células epidérmicas en las especies estudiadas es mayor, en el envés que en la haz y a su vez, en las hojas basales que en las medianas y superiores (en caso de haberlas), y por supuesto, en las hojas adultas que en las juveniles. No obstante el tamaño celular es muy variable, lo que determina una falta de homogeneidad entre las células, que se pone de manifiesto en la mayoría de las poblaciones, como acontece con las de P. traqium Vill., esto no obsta, para que en el caso de P. villosa Schousb. sus células sean bastante uniformes.

La forma celular varía entre rectangular, poliédrica-irregular a muy irregular.

- Bordeando el limbo foliar se presentan de 1 a 5 (lo

*P. villosa* Schousb.

- 1.- (HG) Haz. Tabiques celulares circuosos. Cicatrices de tricomas y estomas.  
 2.- (VG) Haz. Abundancia de estomas circulares.  
 3.- (VG) Pecióbulo. Zona anastomótica sin tricomas y zona estomática con estomas II y I.  
 4.- (VA) Haz. Peniflexta unión entre las células de guarda.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

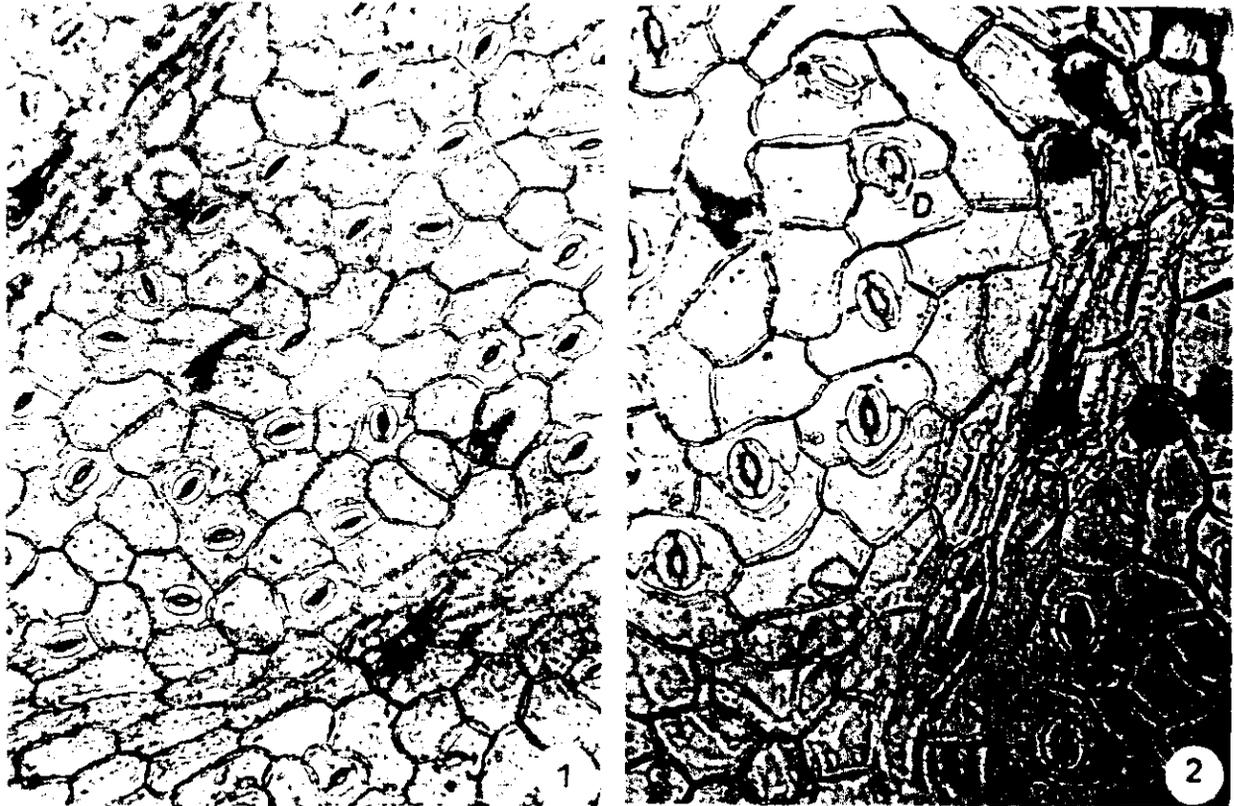
más frecuente 3 a 4) capas de células rectangulares, que van haciéndose paulatinamente irregulares, poliédricas y con paredes más sinuosas.

- Recubriendo los nervios, las células epidérmicas son rectangulares, de paredes rectas (GUYOT, 1971:118), coincidiendo su dimensión mayor con la dirección de la nervadura, y su expansión exclusivamente con el diámetro del nervio (Lám. 37, fig. 1 y Lám. 46, figs. 2-3).

- Los tabiques celulares son siempre más rectilíneos en la superficie adaxial, mientras en la abaxial son más ondulados o sinuosos. Las hojas jóvenes los poseen menos curvados que las adultas; sin embargo, es frecuente que dentro de una misma epidermis aparezcan zonas con las paredes celulares más ondulada.

- Los plasmodesmos se observan especialmente bien, en aquellas células epidérmicas que presentan tabiques rectilíneos (Lám. 41, fig. 3).

- En todas las poblaciones hemos contado un número, en general, bastante superior de células epidérmicas en la haz, lo que creemos que puede deberse al menor tamaño de estas células respecto a las del envés y a la mayor abundancia de

*P. villosa* Schousb.

1. (VP) Envés. Paredes celulares sinuosas; estomas y pelos.
2. (VP) Envés. Abundantes estomas D.
3. (V-) Envés. Tricomas pluricelulares, abundantes, sobre un nervio

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

los estomas en la superficie inferior, e incluso existen tres especies (P. bicknellii, P. major y P. siifolia) que son hipostomáticas y por tanto, han sido eliminados más elementos del recuento, ya que las células estomáticas y las que están en contacto directo con ellas no se han contabilizado.

Como observaciones de carácter específico, en un intento de valorar el interés de las células epidérmicas desde el punto de vista taxonómico, señalamos que:

- En conjunto las células epidérmicas no presentan un valor absoluto, ya que poblaciones de una misma especie pueden mostrar valores de dispersión muy altos, mientras que otros táxones poseen poblaciones muy homogéneas, no obstante, pueden servir de ayuda, pues algunos hechos si nos parecen significativos, tales como:

- De todos los táxones estudiados, la población que hemos hallado con mayor número de células epidérmicas por  $\text{mm}^2$ , en la superficie adaxial, es SIT (527) y la menor TL (124) y en la abaxial los valores extremos los hemos encontrado en las poblaciones: TT (385) y B (56 células epidérmicas por  $\text{mm}^2$ ). Es por tanto P. bicknellii la especie que presenta las células epidérmicas del envés de mayores dimensiones.

especies (P. bicknellii, P. major y P. siifolia) que son hipostomáticas y por tanto, han sido eliminados más elementos del recuento, ya que las células estomáticas y las que están en contacto directo con ellas no se han contabilizado.

Como observaciones de carácter específico, en un intento de valorar el interés de las células epidérmicas desde el punto de vista taxonómico, señalamos que:

- En conjunto las células epidérmicas no presentan un valor absoluto, ya que poblaciones de una misma especie pueden mostrar valores de dispersión muy altos, mientras que otros táxones poseen poblaciones muy homogéneas, no obstante, pueden servir de ayuda, pues algunos hechos si nos parecen significativos, tales como:

- De todos los táxones estudiados, la población que hemos hallado con mayor número de células epidérmicas por  $\text{mm}^2$ , en la superficie adaxial, es SIT (527) y la menor TL (124) y en la abaxial los valores extremos los hemos encontrado en las poblaciones: TT (385) y B (56 células epidérmicas por  $\text{mm}^2$ ). Es por tanto P. bicknellii la especie que presenta las células epidérmicas del envés de mayores dimensiones.

- Existen táxones con grandes diferencias numéricas entre las células epidérmicas de ambas superficies foliares, tal es el caso de P. bicknellii y P. procumbens, lo mismo acontece con las siguientes poblaciones: MF, MS, SP, SIP, SIT, mientras que esa diferencia es especialmente reducida en VP y TL (GRAFICA 1).

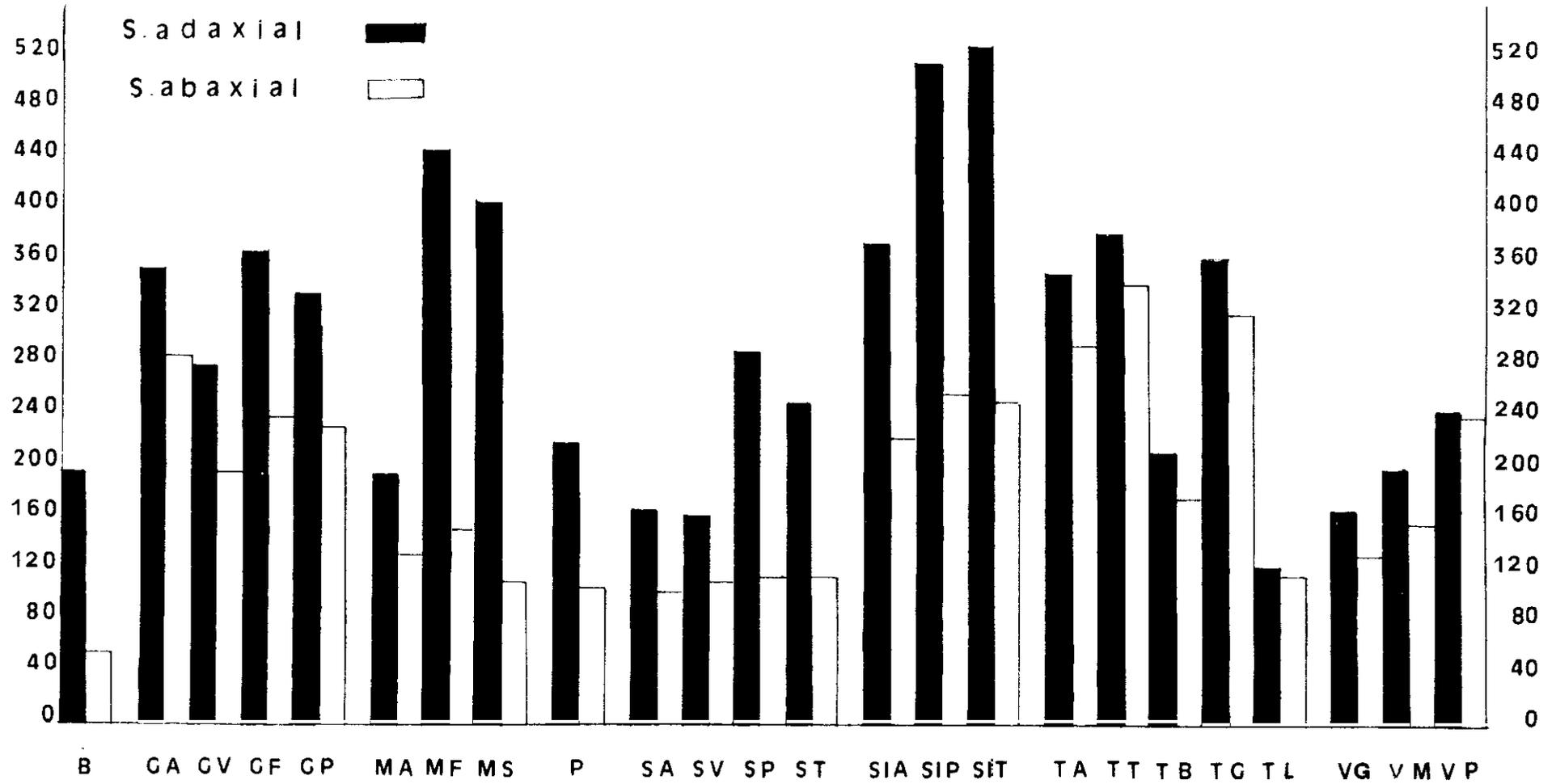
- No hemos encontrado diferencias significativas entre P. gracilis y su var. puberula.

- Lo contrario cabe decir con respecto a P. saxifraga L., pues la var. dissecta (Retz.) Spreng. presenta una mayor densidad de células epidérmicas por unidad de superficie en la haz (SP y ST), siendo en cambio muy semejante en el envés.

- Igualmente sucede con P. tragiun Vill., cuyas plantas típicas tienen células menores que las mostradas por sus variedades balearica y leriensis.

- P. procumbens, como excepción, sólo presenta siempre 1 ó 2 capas de células epidérmicas rectangulares bordeando el limbo foliar (Lám. 34, figs. 4 y 6).

CELULAS EPIDERMICAS POR mm<sup>2</sup>



GRAFICA 1

- B .- P. bicknellii Briq., Puig Roig (I. de Mallorca).
- GA.- P. gracilis (Boiss.) Pau, Vaguada "La Florentina" (Granada).
- GV.- " " " S<sup>a</sup>. de Guillimona (Granada).
- GF.- " " " var. puberula (Loscos & Pardo) Font i Quer, S<sup>a</sup>. de Torrija (Teruel).
- GP.- " " " " " " " " " Coll d'Alforja  
(Tarragona).
- MA.- P. major (L.) Huds., Arlanzón (Burgos).
- MF.- " " " Freixinet (Girona).
- MS.- " " " Somosierra (Madrid).
- P .- P. procumbens (Boiss) Pau, S<sup>a</sup>. Nevada (Granada).
- SA.- P. saxifraga L., Alcalá de la Selva (Teruel).
- SV.- " " Villoslada de Cameros (La Rioja).
- SP.- " " var. dissecta (Retz.) Spreng., Pineta (Huesca).
- ST.- " " " " " " Tor (Lleida).
- SIA.- P. siifolia Ler., Alivá (Cantabria).
- SIP.- " " Pto. de Piedrasluengas (Palencia).
- SIT.- " " Pto. de Tarna (León).
- TA.- P. tragi Vill., Alivá (Cantabria).
- TT.- " " Pto. de Tarna (León).
- TB.- " " var. balearica Knoche, Puig de Massanella (I. de Mallorca).
- TG.- " " var. glauca (Presl) DC., S<sup>a</sup>. Nevada (Granada).
- TL.- " " var. leriensis O. de Bolòs, Valle de Llèria (Tarragona).
- VG.- P. villosa Schousb., "Cjo. de las Mimbres" (Granada).
- VM.- " " El Pardo (Madrid).
- VP.- " " Miranda do Douro (Portugal).

#### **B.4. ESTOMAS**

##### **4.1. ANTECEDENTES HISTORICOS**

La primera noticia que existe de la observación de los estomas se remonta a 1682, en que el médico inglés Grew (seg. BELLOT, 1943), reconoce en las hojas la presencia de poros, lo que le hizo pensar que deberían servir a la planta para la evaporación del agua, al transformarse la savia bruta en elaborada. En 1747 Guettard (op. cit.) los denomina "Glándulas miliares", por creer que se trata de glándulas secretoras. Posteriormente, Link en 1816 (op. cit.) crea el término "estoma", basándose en la función de los mismos, nombre que es aceptado por De Candolle (1827) (op. cit.) y posteriormente por los demás investigadores; éste autor estudia con detenimiento, primero su anatomía y unos años después su fisiología, en su libro "Physiologie vegetale" (1832).

En 1833 Unger (seg. GUYOT, 1966) comienza el estudio de su desarrollo, tema en el que se destaca Nägeli (1842) (seg. STRASBURGER, 1866), si bien, fue Karsten en 1849 (GUYOT, op. cit.) quien se percató del origen epidérmico de las células madres de los estomas.

STRASBURGER (op. cit.) describe el desarrollo estomático en gran número de especies. Posteriormente Pantl (1872) (GUYOT, op. cit.) aporta nuevos e interesantes datos de la estructura estomática. Pero es VESQUE (1881) el primero en anotar, que los distintos géneros de una misma familia presentan igual tipo de desarrollo de los estomas, lo que condiciona el número y tamaño de las células subsidiarias y por tanto el tipo estomático, esto le sirvió de base para clasificarlos de acuerdo con el nombre de la familia por él estudiada. Así establece los siguientes tipos: ranunculáceo, crucífero, rubiáceo y labiado o cariofiláceo, a la vez, que atribuye a los estomas un valor sistemático.

En 1886 Leitgeb (BELLOT op. cit.), publica la relación que existe entre los movimientos de las células estomáticas y la turgencia de las mismas. Sin embargo, es el botánico alemán Haberlandt (BELLOT op. cit.) el que hace un estudio a fondo no sólo de la anatomía de los estomas, sino también de su funcionamiento, teniendo en cuenta cómo influye en los mismos el medio externo y especialmente la humedad atmosférica.

Tognini (1897) (GUYOT, op. cit.) comprueba la presencia de distintos tipos de estomas en una misma especie,

demostrando el error, mantenido anteriormente, de que las distintas familias sólo presentan un tipo estomático.

SOLEREDER (1899) en su conocido libro sobre la anatomía sistemática de las dicotiledóneas, tiene en cuenta la estructura del aparato estomático. Unos años más tarde Porsch (1905) (GUYOT op. cit.) concede a los estomas un valor filogenético; además los investiga desde los cotiledones hasta las hojas adultas, es decir, tiene en cuenta la ontogenia.

A partir de este momento, los estudios sobre los estomas comienzan a ver la luz en profusión; se insiste en investigar diferentes familias y géneros con sus correspondientes especies.

No queremos dejar de citar a METCALFE & CHALK (1950), por la gran aceptación que tiene su clasificación para los estomas maduros, y su terminología de anomocíticos, anisocíticos, paracíticos y diacíticos que corresponde a la formulada por Vesque de ranunculáceos, crucíferos, rubiáceos y cariofiláceos.

Sin embargo, rápidamente aparece la necesidad de tener en cuenta la ontogenia, ya que un mismo tipo morfológico de

estomas puede originarse de diferentes formas. Entre las clasificaciones ontogénicas la de PANT (1965) es la más seguida, estando basada en la terminología que creó FLORIN (1931) para las gimnospermas. VAN COTTHEM (1970) sostiene que los estomas adultos tienen no sólo valor de diagnosis, sino que en muchos casos pueden usarse también como indicadores de afinidades taxonómicas naturales. Según HUMBERT (1977) el modo de desarrollo de los estomas es independiente del medio exterior, lo que determina su valor taxonómico.

Una clave para identificar las células subsidiarias maduras fue publicada por PATEL (1978), basada en el criterio de forma, talla, cutícula, pared celular, núcleo, cámara subestomática y composición química. RASMUSSEN (1981) hace un estudio crítico muy acertado del confusionismo existente, sobre la terminología y la evolución de los estomas.

Para no hacer profusa esta sinopsis, nos limitaremos a señalar los trabajos más destacados dentro de la familia de las Umbelíferas. GUPTA & al. (1965) estudian los estomas anisocíticos de Bupleurus tenue. Pero sin duda el autor que más publicaciones tiene sobre las Umbelíferas es GUYOT, quien en 1965 da a la luz la clasificación de los tipos de

estomas de esta familia, distinguiendo seis categorías diferentes, teniendo en cuenta su ontogenia. En 1966 amplía su trabajo clasificando 89 géneros; fundándose en los caracteres estructurales y el desarrollo de sus estomas, y establece las relaciones filogenéticas existentes entre los mismos, las cuales coinciden con el estudio de los tipos polínicos presentes en las Umbelíferas, estudiados por CERCEAU-LARRIVAL (1962), lo que pone de manifiesto que el aparato estomático tiene un valor taxonómico y filogenético comparable con el de los granos de polen. En este trabajo GUYOT investiga Pimpinella calicina Maxim. (que no existe en nuestro país) y Pimpinella major (L.) Huds, posteriormente publica nuevos trabajos sobre Umbelíferas en 1970, 1971 y 1978. Por lo que respecta al género que nosotros estudiamos, ha trabajado además en 1978 con P. monoica Dalz. P. rhodantha Boiss. y P. candolleana Wight & Arn., especies que no existen en la Península Ibérica.

Finalmente en 1981 SHAH & ABRAHAM, estudian P. heyneana Wall. y P. tomentosa Dalz. especies que faltan en la flora europea.

Por tanto, de los táxones estudiados en esta memoria, no hemos hallado más que el trabajo de GUYOT (1966) sobre P. major (L.) Huds., pero nosotros hemos profundizado

considerablemente más en su estudio.

#### 4.2. DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA

Antes de exponer los resultados obtenidos, para evitar confusiones, definiremos brevemente los conceptos fundamentales y la terminología que vamos a emplear:

Estoma, del gr. "boca", es el conjunto de dos células que se diferencian netamente del resto de las células epidérmicas, por poseer cloroplastos y presentar forma arriñonada, quedando entre ambas un poro u ostiolo por donde tiene lugar el intercambio gaseoso durante la transpiración, fotosíntesis y respiración. Estas células se las designa con los siguientes nombres: estomáticas, oclusivas, de cierre o de guarda (según los autores ingleses).

Células auxiliares, acompañantes, accesorias, adjuntas o subsidiarias (de los autores ingleses), se diferencian morfológicamente de las epidérmicas y se encuentran rodeando a las células estomáticas en número de dos o más.

Células vecinas son las células epidérmicas que circundan a las células estomáticas.

Para diferenciar los distintos tipos de estomas se ha tenido presente los trabajos de METCALFE & CHALK (1950), GUYOT (1966 y 1971) y SHAH & ABRAHAM (1981), habiendo llegado a visualizarse los siguientes tipos:

Anomocíticos (An).- Cuando las células estomáticas están rodeadas por un cierto número de células vecinas, que no se diferencian en forma y tamaño de las restantes células epidérmicas. Los estomas anomocíticos están considerados filogenéticamente como la forma más primitiva (GUYOT, 1971), por haber evolucionado a partir de ellos el resto de los tipos.

Anisocíticos (A).- Las células oclusivas están rodeadas por tres células subsidiarias de desigual tamaño, siendo una de ellas considerablemente mayor o menor que el resto.

Diacíticos (D).- El estoma está limitado por dos células auxiliares, con su pared común en ángulo recto al tabique que forma el ostiolo de las células oclusivas.

Paracítico (P).- Los ejes longitudinales de las células subsidiarias son paralelos a las células estomáticas y a la abertura del estoma.

Transicional o intermedio (T).- En este caso, el tabique común de las células subsidiarias se encuentra formando un ángulo de unos 45°, respecto al eje longitudinal del estoma, o lo que es lo mismo, el eje del estoma presenta una posición intermedia entre el tipo diacítico y el paracítico.

#### 4.3. RESULTADOS

Las variables consideradas en el estudio de los estomas fueron:

- a) Tamaño.
- b) Densidad estomática por unidad de superficie.
- c) Índice estomático, obtenido aplicando la fórmula de CUTTER (1981:158) que es como sigue:

$$\text{Índice estomático} = \frac{E}{E - C. \text{epi.}} \times 100$$

E = Número de estomas por mm<sup>2</sup>

C. epi. = Número de células epidérmicas por mm<sup>2</sup>

- d) Tipos de estomas y porcentaje de cada uno de ellos (anomocítico, anisocítico, diacítico, paracítico y

transicional) en ambas superficies foliares; pues las Umbelíferas se caracterizan por presentar en la mayoría de sus géneros, distintos tipos estomáticos, lo que impide dar a la familia una definición estomática precisa, como puede hacerse con las crucíferas, labiadas, cariofiláceas, etc.

e) Distribución estomática.

En la GRAFICA 2 se muestra un estudio comparado de la densidad estomática por  $\text{mm}^2$ , hallada para las distintas poblaciones y en la GRAFICA 3 pueden consultarse los índices estomáticos.

Los CUADROS 11 y 12 se refieren a tipos de estomas y a sus porcentajes respectivos, y en el CUADRO 13 se indican las dimensiones de los mismos.

Pasamos a exponer nuestras observaciones para las distintas especies estudiadas.

PIMPINELLA BICKNELLII BRIO.

Presenta hojas hipostomáticas (Lám. 26, Figs. 2-3), con una densidad media de 72 estomas por  $\text{mm}^2$ , alcanzando el índice estomático el valor de 56.

La mayoría de los estomas (60%) son anomocíticos, siendo el resto (40%) anisocíticos (Lám. 26, fig. 1) y falta por completo el tipo diacítico.

Los estomas se ubican en posición algo elevada sobre el resto de las células epidérmicas.

En el tallo son mucho más escasos los estomas que en el limbo foliar (Lám. 28, fig. 3) y se orientan longitudinalmente, cosa que no acontece en las hojas, donde su distribución es arbitraria. En el pecíolo no hemos encontrado estomas (Lám. 28, fig. 4).

#### PIMPINELLA GRACILIS (BOISS.) PAU

Las densidades estomáticas en la superficie adaxial son muy bajas (12-22 estomas por  $\text{mm}^2$ ) y aún son menores en la var. puberula (4-5 estomas por  $\text{mm}^2$ ); lo que determina índices estomáticos de escasa consideración (GRAFICA 3).

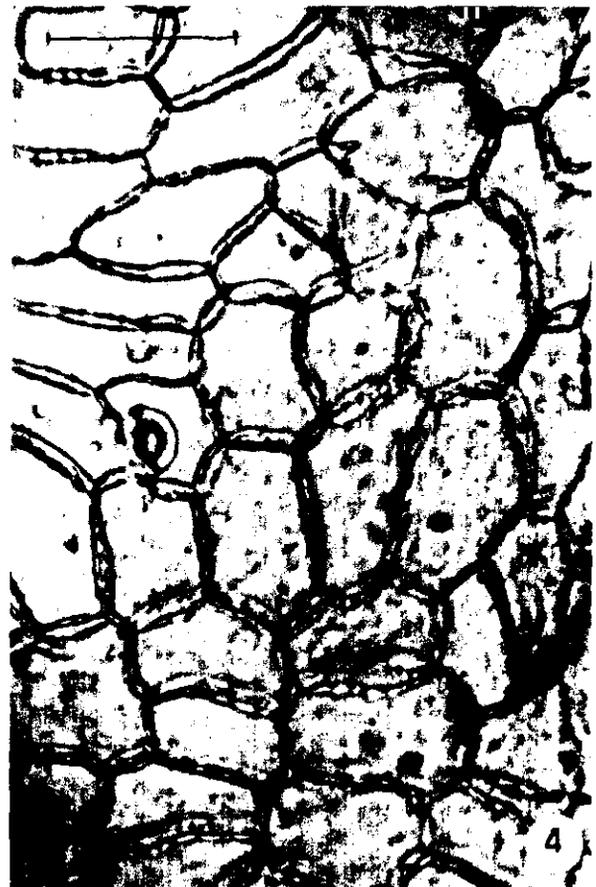
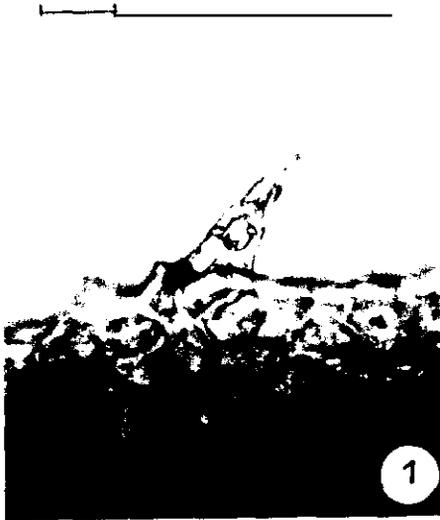
En cambio, en la superficie abaxial el número de estomas por  $\text{mm}^2$  asciende de 126-136 en la especie típica y de 181-213 en la var. puberula (GRAFICA 2). Esto conduce a índices que oscilan de 38-48, correspondiendo los valores menores a la especie típica (GRAFICA 3).

En cuanto a los tipos estomáticos hallados (CUADRO 11) el predominante es el diacítico (Lám. 31, fig. 4) con valores de 87-98% en haz y 67-79% en envés; le sigue en abundancia el anisocítico con valores de 7-20% en la superficie adaxial y 18-22% en la abaxial, siendo prácticamente despreciable la presencia de anomocíticos, transicionales y paracíticos en la superficie superior y en la inferior sólo merece tenerse en cuenta los anomocíticos, que oscilan de 3-10%.

En esta especie se aprecia que la unión entre células oclusivas está muy manifiesta, así como que los estomas se elevan un poquito sobre las células epidérmicas (Lám. 47, fig. 2).

En cuanto a su distribución, es también desordenada, sin que se aprecie una pauta precisa en la superficie foliar.

La disposición de estomas en pecíolo y tallo sigue la norma del género, existiendo zonas estomáticas alternando con otras anastomáticas.

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

- 1.- (EP) Envés. Cutícula desarrollada. Detalle de un pelo pluricelular.
- 2.- (EP) Envés. Abundantes estomas, principalmente diacíticos. Pared celular sinuosa.
- 3.- (EP) Envés. Margen de diente foliar con dos pelos adyacentes.
- 4.- (EP) Haz. Escasez de estomas, paredes rectilíneas. Escala gráfica a 100  $\mu$ m.

PIMPINELLA MAJOR (L.) HUDS.

Es especie hipostomática con hojas de gran tamaño. La densidad estomática no es un carácter homogéneo en el conjunto de la especie, de las poblaciones que hemos visualizado, el valor máximo (230 estomas por mm<sup>2</sup>) lo presenta la población MS (Pto. de Somosierra), mientras que la población burgalesa MA que se desarrolla a 990 m, sólo presenta 117 estomas por mm<sup>2</sup>; hemos podido comprobar, en las poblaciones estudiadas por nosotros, que la densidad estomática se eleva con la altitud a que viven las plantas.

El índice estomático alcanza el valor de 47 en MA (Burgos), 59 en MF (Girona) y 68 en MS (Madrid).

Los estomas predominantes son los diacíticos, que oscilan de 79% en MA a 62% en MS, es decir, su porcentaje se encuentra en relación inversa con la altitud en que viven las poblaciones estudiadas; en cambio, en los estomas anisocíticos (13-26%) y anomocíticos (7-12%) no hemos encontrado ninguna relación con la altitud, ni con la latitud.

Aunque los estomas se distribuyen irregularmente, hemos podido constatar que, en la población gerundense (MF), son

más abundantes junto al nervio principal, especialmente en su parte basal; así como que faltan alrededor de los tricomas, ya que éstos suelen estar rodeados en su base por 4-6 células epidérmicas.

La unión entre ambas células de cierre aparece especialmente manifiesta en las plantas de Burgos (MA).

El pecíolo casi no presenta estomas, en cambio en el tallo son más abundantes que en P. bicknellii Briq.; su orientación es longitudinal, en zonas que alternan con otras anastomáticas. (Lám. 33, fig.3).

#### PIMPINELLA PROCUMBENS (BOISS.) PAU

La densidad estomática se eleva a 116 estomas por mm<sup>2</sup> en la superficie abaxial y 108 en la adaxial, es decir, no hay grandes diferencias entre ambas epidermis.

El índice estomático es de 51 y 33 en el envés y en la haz respectivamente.

El tipo de estomas predominante es el diacítico con 67% en la superficie inferior y 65% en la superior (Lám. 34, fig. 3), seguido del anisocítico con 24% en ambas

superficies, y con 9-11%, en la cara ventral y dorsal respectivamente, del anomocítico.

En esta especie los estomas se aproximan al margen foliar, donde se orientan paralelamente al mismo (Lám.34, fig.2), en el resto de la hoja su distribución es sin orden preciso, pero en todos los casos, la unión entre las células estomáticas es evidente.

En el pecíolo abundan los estomas que se orientan, como las células epidérmicas, longitudinalmente, predominando igual que en el limbo foliar, los diacíticos (Lám.35, fig.4).

#### PIMPINELLA SAXIFRAGA L.

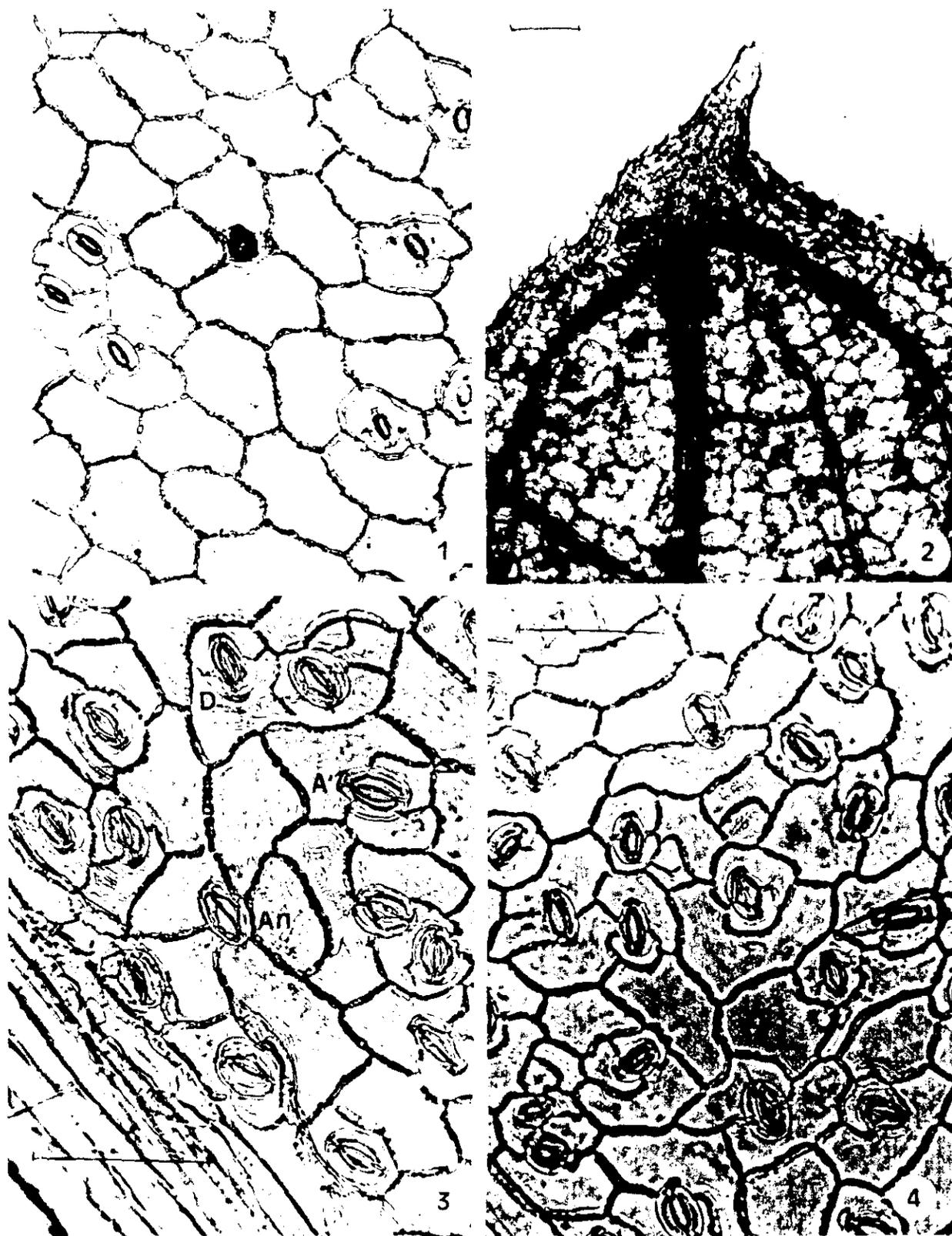
Este taxón se ha manifestado poco uniforme en sus caracteres estomáticos, así la densidad estomática, en las poblaciones típicas, varía entre 12 y 56 estomas por  $\text{mm}^2$  en la superficie adaxial y 129 a 154 en la superficie abaxial (existiendo variación correlativa de sus índices estomáticos) (GRAFICA 3). De la misma manera, en el seno de la var. dissecta encontramos densidades tan dispares como 49 y 84 estomas por  $\text{mm}^2$  en haz y 182 y 228 por  $\text{mm}^2$  en envés.

Los tipos de estomas encontrados son de mayor a menor proporción: diacíticos, anisocíticos, anomocíticos y transicionales (Lám. 37, figs. 1 y 4; Lám. 48, figs. 3 y 4) (CUADROS 11 y 12).

En la población logroñesa de Villoslada de Cameros (SV), en las dos primeras capas de células paralelas al margen foliar faltan los estomas y en el resto se reparten irregularmente. Además los estomas de la cara superior son de menor tamaño que los de la inferior, ocurriendo a la inversa en la población turolense (SA); este fenómeno probablemente se deba a que esta población vive en amplios claros, de laderas bien iluminadas, del "Pinar de Valdecerezo".

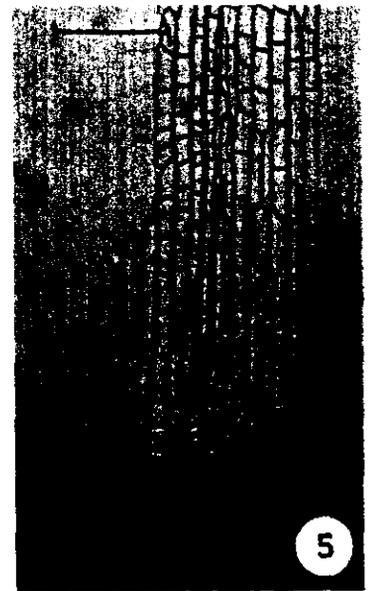
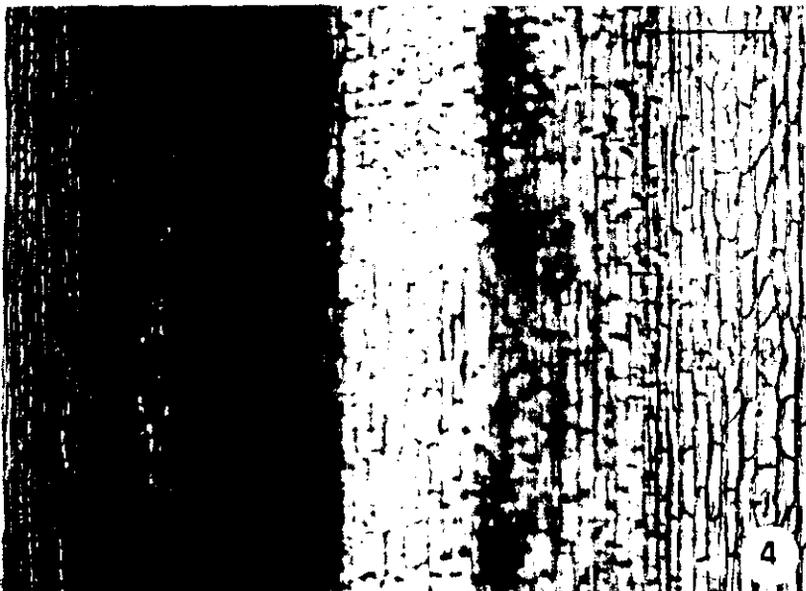
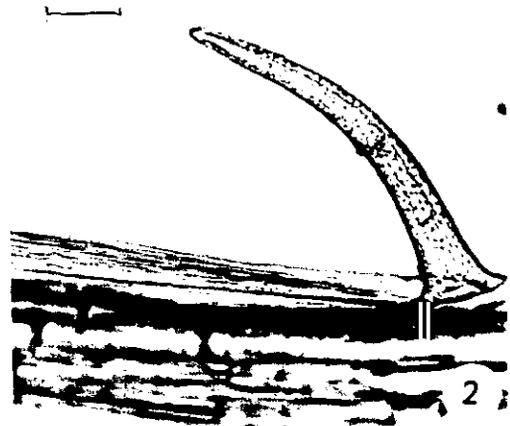
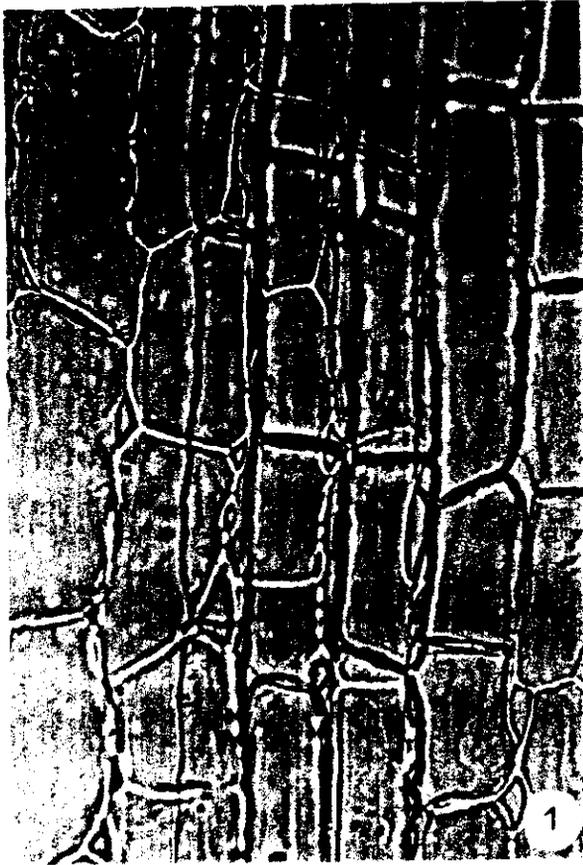
En general, los estomas de esta especie, se sitúan algo por encima de las células epidérmicas y la unión de sus células de guarda se destaca claramente (Lám. 36, fig. 1).

En los pecíolos se aprecian zonas anastomáticas alternando con zonas estomáticas (Lám. 49, figs. 1 y 4), donde los estomas son poco abundantes, predominando los de tipo diacítico. En el peciólulo son, por el contrario, más abundantes y en él sólo hemos observado 2 zonas anastomáticas que alternan con otras 2 estomáticas.

*P. saxifraga* L.

- 1.--(SV) Haz. En el centro cicatriz de un pelo rodeada de 4 células epidérmicas; paredes celulares anguladas.  
 2.--(SV) Haz. Tricomas entorsos en un diente foliar.  
 3.--(SV) Envés. Estomas: A, An y D, más abundantes que en la haz.  
 4.--(SV) Envés. Paredes sinuosas con pseudostomas.

Escala gráfica = 80  $\mu$ m.

*P. saxifraga* L.

1.-(SA) Pecíolo. Células alargadas con abundantes meatos.

2.-(SV) Haz. Pelo pluricelular con superficie granulosa, sobre un nervio.

3.-(SP) Epíder. Límite foliar. Cutícula bien desarrollada.

4.-(SA) Pecíolo. Zonas anastomóticas alternando con otras longitudinales, orientación longitudinal.

5.-(SA) Pecíolo. Zona anastomótica con células alargadas.

Escala gráfica: figs. 1, 4 y 5 = 250  $\mu$ m; figs. 2 y 3 = 50  $\mu$ m.

PIMPINELLA SIIFOLIA LER.

Planta con hojas hipostomáticas (Lám. 38, fig. 2) cuyos estomas sobresalen levemente sobre la epidermis y en ellos, la unión entre ambas células oclusivas es patente.

La densidad estomática, muy homogénea para la especie, oscila sólo entre 184 y 192 estomas por mm<sup>2</sup> y el índice estomático entre 43-46.

Los estomas diacíticos son los más abundantes (40-55%), seguidos de los anisocíticos (27-40%) y con sólo 8-20% de anomacíticos (Lám 39, fig.4).

En las capas de células rectangulares que forman el margen foliar, faltan los estomas y en el resto del envés se reparten irregularmente.

El pecíolo y el tallo muestran el modelo característico del género.

PIMPINELLA TRAGIUM VILL.

Especie anfiestomática, con gran diferencia en el porcentaje de estomas entre haz y envés en algunas de sus

variedades, entre ellas la var. glauca (TG) y leriensis (TL). La especie típica presenta densidades medias de 131 estomas por  $\text{mm}^2$  en la superficie adaxial y 148 en la abaxial, e índices estomáticos próximos a 30 en ambas superficies.

En la var. glauca, la densidad estomática es de 130 estomas por  $\text{mm}^2$  en la superficie adaxial y 225 por  $\text{mm}^2$  en la abaxial, es decir, considerablemente elevada (valor máximo alcanzado por esta especie), lo cual constituye un factor diferencial respecto a la especie típica, tal vez, ello puede deberse a estar sometida a una alta intensidad luminosa (por desarrollarse a gran altitud en S<sup>a</sup>. Nevada) (Lám. 44, fig.3); su índice estomático es de 26 y 41 en haz y envés respectivamente.

Muy diferente es la var. balearica, con densidades de 22 y 30 estomas por  $\text{mm}^2$  en la cara superior e inferior respectivamente, e índices de sólo 10 y 14 en la superficie adaxial y abaxial de manera correspondiente.

La var. leriensis presenta unas densidades de 47 estomas por  $\text{mm}^2$  en la cara superior y 70 en la inferior. Sus índices son 27 y 37 en haz y envés respectivamente.

En cuanto a los tipos de estomas, predomina en todos

los casos, el diacítico que representa aproximadamente el 83% y 78%, en haz y envés de manera correspondiente, seguido del anisocítico (7% en la superficie superior y 13% en la inferior), están más escasamente representados los tipos anomocítico, transicional y paracítico. Señalamos que los estomas anomocíticos faltan por completo en la var. glauca (CUADRO 11).

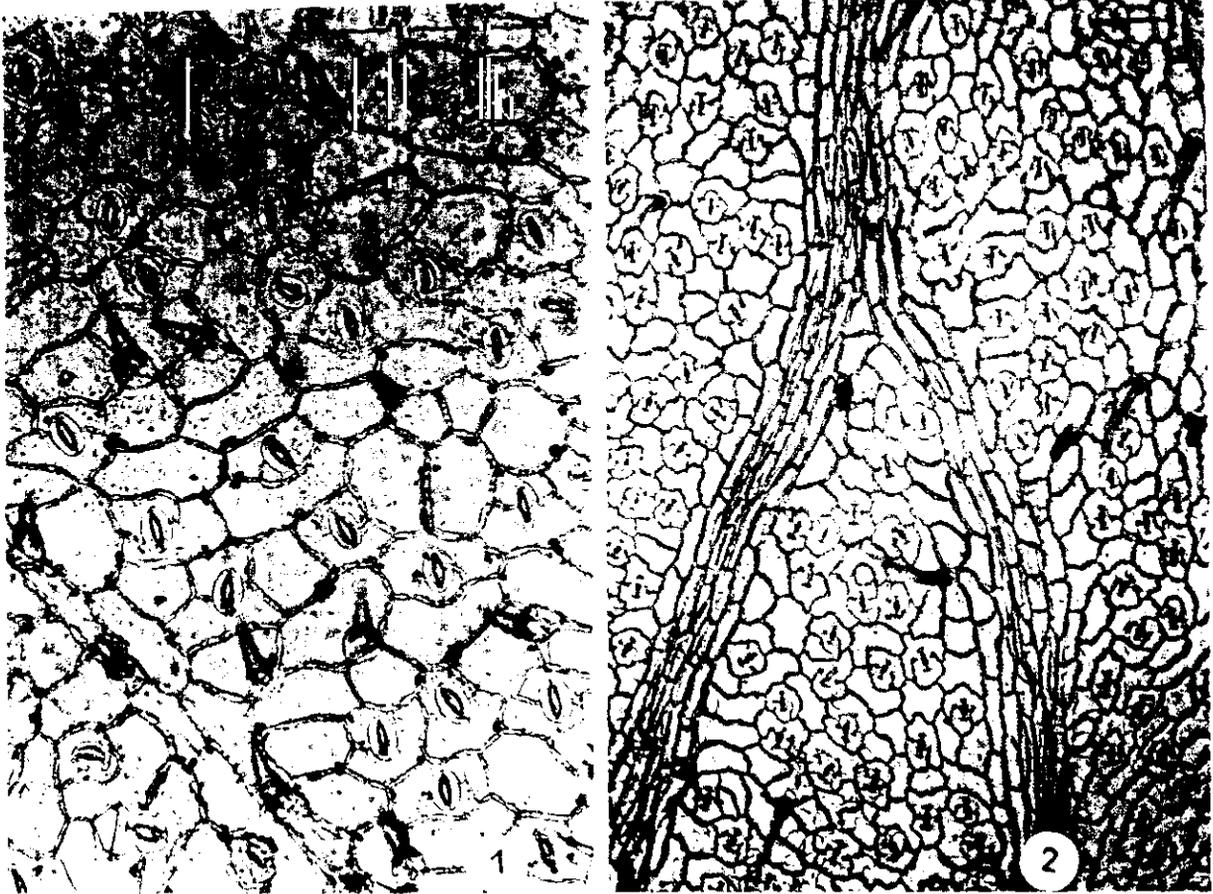
En ocasiones los estomas están un poco elevados sobre las células epidérmicas (Lám. 42, fig. 1), siendo este detalle más evidente en la especie típica que en sus variedades.

En todos los casos estudiados los puntos de unión de las células estomáticas se aprecian muy bien (Lám.41, fig. 1).

La presencia de estomas en tallo, pecíolo y peciólulo sigue el modelo general (Lám.50, fig. 3), no obstante la var. glauca se caracteriza por presentar mayor número de estomas, abundantes vasos helicados y anillados, así como tricomas. En la var. balearica hay escasos estomas en pecíolo (como sucedía en el limbo foliar).

En la población de León (Lám.42, figs. 2-3) los estomas

## P. tragiun vill.



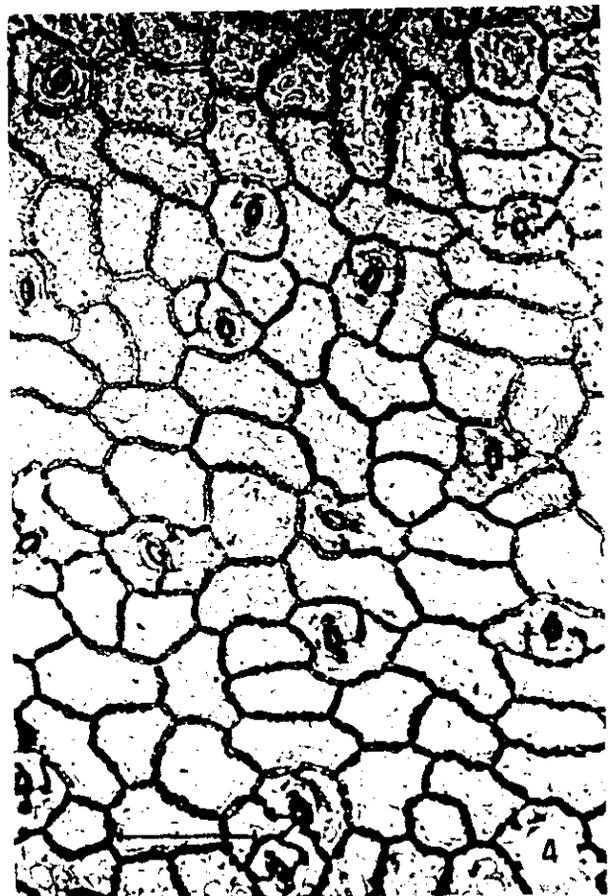
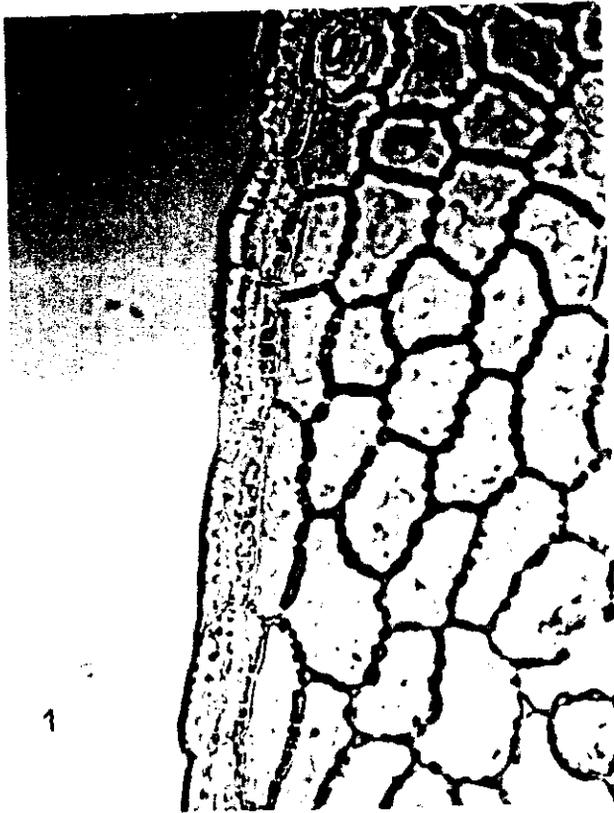
- 1.- (IA) Haz. Paredes celulares sinuosas, estomas y tricomas.  
 2.- (IA) Envés. Bifurcación de un nervio. Más estomas y paredes celulares más onduladas que en la haz.  
 3.- (II) Pecíolo. Zonas anastomáticas con células oblongas y zonas estomáticas con células poliédricas.  
 Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

llegan hasta la segunda fila de células, a partir del margen foliar y se disponen paralelos a las mismas, mientras que en el resto de la epidermis se distribuyen irregularmente. Lo mismo acontece en algunas hojas de la var. balearica, mientras que otras carecen de estomas en la proximidad del margen foliar (Lám.51, fig. 1).

Los estomas de la población de León (TT), así como las células entre las que se hallan, son de menor tamaño, a su vez es la población que presenta mayor número de estomas en la haz con 142 por  $\text{mm}^2$ , y en el envés sólo es superada por la var. glauca (TG) que posee 225 estomas por  $\text{mm}^2$ .

La población TL (var. leriensis) se caracteriza por poseer en ambas superficies foliares, células epidérmicas y estomas más grandes que en otras poblaciones como es el caso de las otras variedades (TB y TG). De todas las poblaciones estudiadas de este taxon es TB (var. balearica), seguida de TL la que posee en total menor número de estomas, esto posiblemente sirva a la planta para paliar la excesiva evapotranspiración, motivada por la acción desecante de las continuas brisas marinas y la escasez de agua, debido a vivir en fisuras de rocas calizas que retienen poco la humedad.

*P. tragium* Vill.  
var. *balearica* Knoche



1.- (TB) Haz. Cutícula gruesa, seguida de una fila de células rectangulares, sin estomas, al interior paredes onduladas.

2.- (TB) Haz. Borde de un diente foliar con gruesa cutícula.

3.- (TB) Haz. Abundantes estomas.

4.- (TB) Envés. Paredes celulares sinuosas con plasmodesmos.

Escala gráfica: figs. 1 y 4 = 100  $\mu$ m; figs. 2 y 3 = 300  $\mu$ m.

PIMPINELLA VILLOSA SCHOUSB.

Las tres poblaciones estudiadas de esta especie son muy uniformes, a pesar de la gran distancia kilométrica que existe entre las mismas. La densidad estomática presenta cifras aproximadas de 80 y 90 estomas por  $\text{mm}^2$  en haz y envés respectivamente (GRAFICA 2).

El índice estomático de ambas superficies, oscila entre valores de 25-30 en la superficie superior y 28-37 en la inferior.

Como en otros táxones, predominan los estomas diacíticos, con valores en el envés próximos al 90%, seguidos de anisocíticos (algo menos del 10%) y es casi despreciable el valor que alcanzan los estomas anomocíticos y paracíticos. (Lám.45, fig.4). (CUADRO 11 y 12).

Los estomas y células epidérmicas de la población portuguesa, de Miranda do Douro son de menor tamaño que los de las otras poblaciones de esta especie.

Tallos, pecíolos y peciólulos siguen la norma general, con sus estomas orientados en el sentido longitudinal, en la dirección de las células epidérmicas, que son poliédricas y

alargadas; éstas alternan con células rectangulares acompañadas de un mayor número de tricomas y carentes de estomas (Lám.45, fig.3).

#### 4.4. DISCUSION

Como observaciones, en relación con los estomas, de carácter general, anotamos las siguientes:

- Todas las especies son anfiestomáticas a excepción de P. bicknellii, P. major y P. siifolia que son hipostomáticas.

- Estas especies viven en medios donde no existen problemas hídricos, o han encontrado el procedimiento de paliarlos, y se caracterizan por ello por tener hojas grandes, poco consistentes, con fina cutícula y suelen presentar mayor número de estomas por unidad de superficie abaxial.

- En todas las especies hallamos densidades estomáticas mayores en el envés que en la cara superior.

- También son mayores las densidades estomáticas en plantas de umbría, donde no sufren estrés hídrico y

sensiblemente reducidas en aquellas especies con problemas para el aprovisionamiento de agua, como acontece en P. tragium var. balearica y var. leriensis, ambas plantas fisurículas; así como, P. villosa de lugares arenosos y cálidos.

- Por lo que respecta al tamaño de los estomas, no existen grandes diferencias entre unas especies y otras, si bien, por lo general los que se sitúan en la superficie superior suelen ser algo menores o iguales a los del envés, por lo que estos datos carecen de verdadero valor taxonómico.

- La distribución estomática es irregular en la epidermis foliar. Con frecuencia, los estomas no aparecen incluidos en las capas marginales de células rectangulares, no obstante, P. procumbens representa la excepción a esta regla, así como la población TT (León) de P. tragium y algunas hojas de su var. balearica (Lám.34, fig.2 y Lám.42, figs. 2-3).

- Tampoco aparecen estomas sobre la superficie de los nervios, con independencia de su diámetro.

- Tanto en tallo como en pecíolo y peciólulo se

alternan zonas estomáticas, cuyas células son poliédricas y alargadas, con zonas anastomáticas de células rectangulares.

- En todos los táxones, el tipo estomático más abundante es el diacítico ((50-) 70 (-89)%), exceptuando P. bicknellii donde falta por completo (CUADRO 12). Por el contrario, en esta especie predomina el tipo anomocítico (60%), que es escaso o francamente raro en las otras especies estudiadas ((2-) 3-10 (-15)%), así acontece con P. tragium, o falta totalmente como en su var. glauca, en la superficie adaxial de la var. balearica y en la abaxial de la var. leriensis de este mismo taxón, así como en el envés de su población (TA) de Cantabria.

Entre las observaciones de carácter específico, anotamos las siguientes:

- P. bicknellii Briq. se muestra especie original en cuanto a sus caracteres estomáticos, separándose de otros táxones por detalles de gran importancia como es el tipo de estomas predominante.

- P. gracilis (Boiss.) Pau se separa del resto de los táxones por su escasísima densidad estomática en haz, especialmente en su var. puberula que no sobrepasa el 5%, lo

que determina que esta planta presente el menor índice estomático en dicha superficie (exceptuando las especies hipostomáticas). Tanto la especie típica como la var. puberula son muy homogéneas; una y otra se diferencian, si bien, no significativamente por sus respectivas densidades estomáticas.

- P. major (L.) Huds. no presenta uniformidad intraespecífica para los caracteres estomáticos, salvo en los tamaños de los estomas que no varían considerablemente. La población MS de Somosierra (Madrid) es la de mayor densidad estomática, de todas las estudiadas, en el envés.

- P. procumbens (Boiss.) Pau se separa del resto de las especies por presentar casi el mismo número de estomas en haz que en envés, y además porque éstos ocupan también las células del margen foliar.

- P. saxifraga L. mostró excesiva variabilidad para los caracteres que estamos estudiando, como para permitirnos extraer conclusiones significativas.

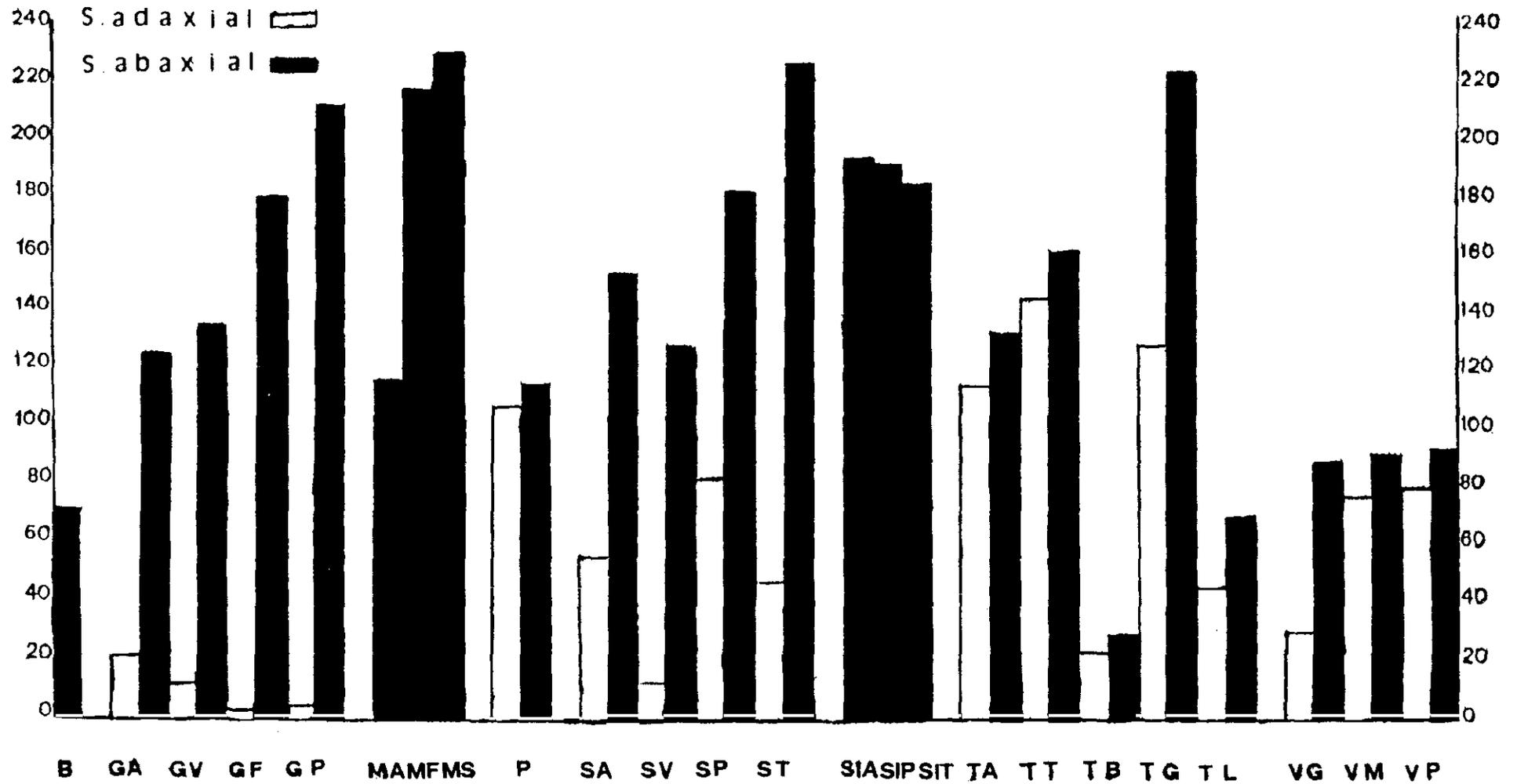
- P. siifolia Ler. este taxón se presenta muy homogéneo en todas las poblaciones.

- P. traquium Vill. en su seno las poblaciones típicas se mostraron uniformes y nítidamente diferentes de la var. balearica y de la var. leriensis, aunque más parecidas a la var. glauca. La var. balearica se caracteriza por ser el taxón que presenta menor número de estomas en el conjunto del limbo foliar, siendo por el contrario, la var. glauca la que posee más estomas en la superficie abaxial en esta especie.

- P. villosa Schousb. es también planta homogénea, si se exceptua la población de Granada, de zona más cálida, lo que tal vez provoque una reducción en el número de estomas de su superficie adaxial.

Desde el punto de vista sistemático, cabe discutir acerca de la condición primitiva de algunos tipos estomáticos, así como, de su distribución en las especies estudiadas. Sobre este particular no hay acuerdo entre los diferentes autores; pues mientras que para STEBBINS & KHUSH (1961) y TAKHTAJAN (1969) los estomas anomocíticos son derivados, para GORENFLOT & MOREAU (1970) y GUYOT (1971) son un tipo primitivo; éste último autor buen conocedor de las Umbelíferas se basa en que son los más frecuentes en los cotiledones de la familia.

ESTOMAS POR mm<sup>2</sup>

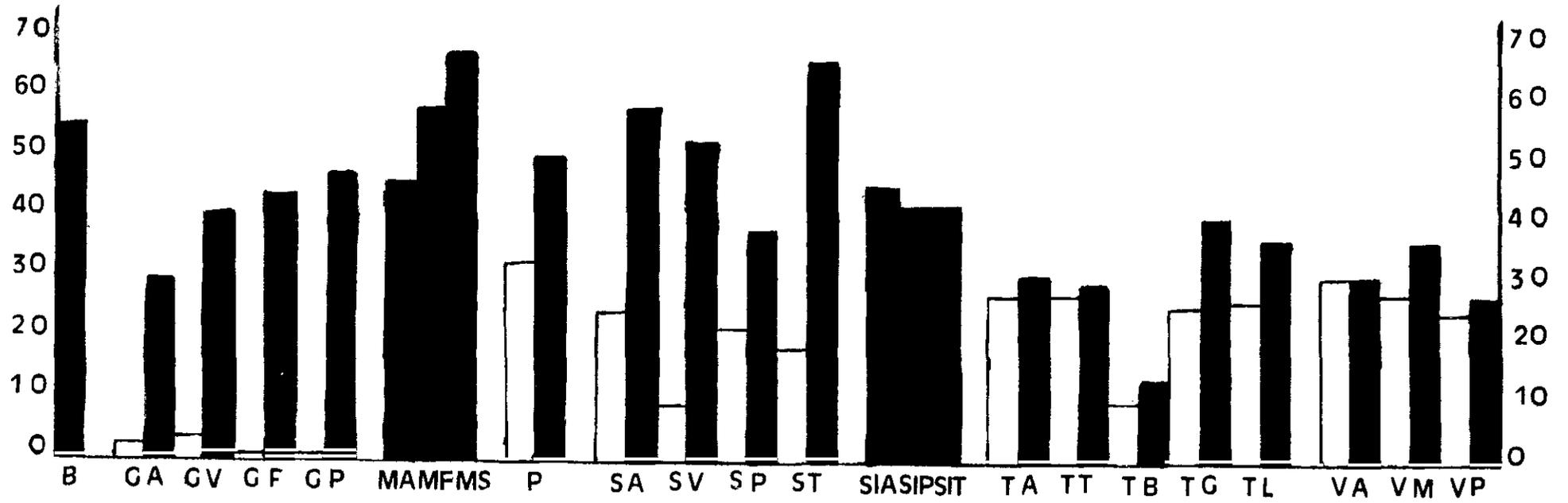


ESTOMAS POR mm<sup>2</sup>

- B .- P. Bicknellii Briq., Puig Roig (I. de Mallorca).  
 GA.- P. gracilis (Boiss.) Pau, Vaguada "La Florentina" (Granada).  
 GV.- " " " S<sup>a</sup>. de Guillimona (Granada).  
 GF.- " " " var. puberula (Loscos & Pardo) Font i Quer, S<sup>a</sup>. de Torrijas  
 (Teruel).  
 GP.- P. gracilis " " " " " " " " " Coll d'Alforja  
 (Tarragona).  
 MA.- P. major (L.) Huds., Arlanzón (Burgos).  
 MF.- " " " Freixinet (Girona).  
 MS.- " " " Somosierra (Madrid).  
 P .- P. procumbens (Boiss.) Pau, S<sup>a</sup>. Nevada (Granada).  
 SA.- P. saxifraga L., Alcalá de la Selva (Teruel).  
 SV.- " " Villoslada de Cameros (La Rioja).  
 SP.- " " var. dissecta (Retz.) Spreng., Pineta (Huesca).  
 ST.- " " " " " " Tor (Lleida).  
 SIA.-P. siifolia Ler., Alivá (Cantabria).  
 SIP.- " " Pto. de Piedrasluengas (Palencia).  
 SIT.- " " Pto. de Tarna (León).  
 TA.- P. traqium Vill., Alivá (Cantabria).  
 TT.- " " Pto. de Tarna (León).  
 TB.- " " var. balearica Knoche, Puig de Massanella (I. de Mallorca).  
 TG.- " " var. glauca (Presl) DC., S<sup>a</sup>. Nevada (Granada).  
 TL.- " " var. leriensis O. de Bolòs, Valle de Lléria (Tarragona).  
 VG.- P. villosa Schousb., "Cjo. de las Mimbres" (Granada).  
 VM.- " " El Pardo (Madrid).  
 VP.- " " Miranda do Douro (Portugal).

INDICES ESTOMATICOS

S. a d a x i a l   
 S. a b a x i a l 



INDICES ESTOMATICOS

- B .- P. Bicknellii Briq., Puig Roig (I. de Mallorca).  
 GA.- P. gracilis (Boiss.) Pau, Vaguada "La Florentina" (Granada).  
 GV.- " " " S<sup>a</sup>. de Guillimona (Granada).  
 GF.- " " " var. puberula (Loscos & Pardo) Font i Quer, S<sup>a</sup>. de Torrijas  
 (Teruel).  
 GP.- P. gracilis " " " " " " " " " Coll d'Alforja  
 (Tarragona).  
 MA.- P. major (L.) Huds., Arlanzón (Burgos).  
 MF.- " " " Freixinet (Girona).  
 MS.- " " " Somosierra (Madrid).  
 P .- P. procumbens (Boiss.). Pau, S<sup>a</sup>. Nevada (Granada).  
 SA.- P. saxifraga L., Alcalá de la Selva (Teruel).  
 SV.- " " Villoslada de Cameros (La Rioja).  
 SP.- " " var. dissecta (Retz.) Spreng., Pineta (Huesca).  
 ST.- " " " " " " Tor (Lleida).  
 SIA.- P. siifolia Ler., Alivá (Cantabria).  
 SIP.- " " Pto. de Piedrasluengas (Palencia).  
 SIT.- " " Pto. de Tarna (León).  
 TA.- P. tragium Vill., Alivá (Cantabria).  
 TT.- " " Pto. de Tarna (León).  
 TB.- " " var. balearica Knoche, Puig de Massanella (I. de Mallorca).  
 TG.- " " var. glauca (Presl) DC., S<sup>a</sup>. Nevada (Granada).  
 TL.- " " var. leriensis O. de Boldòs, Valle de Llèria (Tarragona).  
 VG.- P. villosa Schousb., "Cjo. de las Mimbres" (Granada).  
 VM.- " " El Pardo (Madrid).  
 VP.- " " Miranda do Douro (Portugal).

% DE TIPOS ESTOMATICOS EN CADA POBLACION

<u>Población</u>	<u>Superficie adaxial</u>					<u>Superficie abaxial</u>				
	<u>A</u>	<u>An</u>	<u>D</u>	<u>T</u>	<u>P</u>	<u>A</u>	<u>An</u>	<u>D</u>	<u>T</u>	<u>P</u>
B						40	60			
<u>GA</u>	8		87	2	3	22	8	67	1	2
<u>GV</u>	7		93			22	4	74		
<u>GF</u>			98		2	18	3	79		
<u>GP</u>	20		80			20	10	70		
<u>MA</u>						13	7	79	1	
<u>MF</u>						23	9	68		
<u>MS</u>						26	12	62		
P	24	11	65			24	9	67		
<u>SA</u>	12	2	83	3		21	13	66		
<u>SV</u>	18	2	77	3		6	1	87	6	
<u>SP</u>	17	6	69	8		27	5	66	2	
<u>ST</u>	7	2	85	6		28	4	63	3	2
<u>SIA</u>						29	8	55	6	2
<u>SIP</u>						40	20	40		
<u>SIT</u>						27	18	55		
<u>TA</u>	6	1	87	6		10		84	6	
<u>TT</u>	15	1	64	18	2	10	6	61	22	1
<u>TB</u>	6		94			20	10	70		
<u>TG</u>	4		80	14	2	10		88	2	
<u>TL</u>	6	2	92			14		86		
<u>VG</u>	8	2	89		1	12	4	83		1
<u>VP</u>	10	2	88			2	2	96		
<u>VM</u>	12	4	84			10		90		

% DE TIPOS ESTOMATICOS EN CADA ESPECIE

Especie	<u>Superficie adaxial</u>					<u>Superficie abaxial</u>				
	<u>A</u>	<u>An</u>	<u>D</u>	<u>T</u>	<u>P</u>	<u>A</u>	<u>An</u>	<u>D</u>	<u>T</u>	<u>P</u>
<u>P. bicknellii</u>	----	----	----	---	----	40	60	-----	-----	-----
<u>P. gracilis</u>	8,75	----	89,5	0,5	1,25	20,5	6,25	72,5	0,25	0,5
<u>P. major</u>	----	----	----	---	----	20,66	9,33	69,66	0,33	----
<u>P. procumbens</u>	24	11	65	---	----	24	9	67	-----	-----
<u>P. saxifraga</u>	13,5	3	78,5	5	----	20,5	5,75	70,5	2,75	0,5
<u>P. siifolia</u>	----	----	----	---	----	32	15,33	50	2	0,66
<u>P. traqium</u>	7,4	0,8	83,4	7,6	0,8	12,8	3,2	77,8	6	0,2
<u>P. villosa</u>	10	2,66	87	---	0,33	8	2	89,66	----	0,33

DIMENSIONES DE LOS ESTOMAS EN  $\mu\text{M}$

HOJAS BASALES

Taxon	Haz		Envés	
	Long.	Anch.	Long.	Anch.
<i>P. bicknellii</i>	--	--	30	22
<i>P. gracilis</i>	30	21	30	23
<i>P. gracilis</i> var. <i>puberula</i>	30	25	35	25
<i>P. major</i>	--	--	30	20
<i>P. procumbens</i>	29	25	30	25
<i>P. saxifraga</i>	30	22	35	25
<i>P. saxifraga</i> var. <i>dissecta</i>	27	25	32	25
<i>P. siifolia</i>	--	--	30	20
<i>P. tragium</i>	25	20	30	23
<i>P. tragium</i> var. <i>balearica</i>	35	35	40	35
<i>P. tragium</i> var. <i>glauca</i>	35	30	35	30
<i>P. tragium</i> var. <i>leriensis</i>	30	20	35	25
<i>P. villosa</i>	35	23	35	23

Sea como fuere, en las especies estudiadas los estomas anomocíticos se presentan en escasa proporción (siendo los diacíticos los más comunes), salvo en P. bicknellii en que esta proporción se invierte, hasta tal punto que carece de diacíticos. Esta diferencia nos pone de manifiesto que P. bicknellii es una estirpe más alejada del conjunto de las otras pimpinelas, que éstas entre sí. En nuestro criterio, además, son los estomas anomocíticos los que portan la condición plesiotípica (primitiva), por lo que estamos de acuerdo con GORENFLOT & MOREAU y con GUYOT. Nos basamos para defender tal afirmación en la diferenciación correlativa de caracteres (o estados de los caracteres); de este modo, hemos visto ya que las células epidérmicas de P. bicknellii de enorme tamaño son plesiotípicas, y posteriormente veremos que el grano de polen y otros rasgos de este taxón también muestran el estado plesiotípico. Cabe pensar, pues, que sus estomas lo sean igualmente.

#### B.5. CUTÍCULA

##### 5.1. RESULTADOS

P. bicknellii Briq. Presenta la cutícula fina, debido a que crece protegida de los rayos solares por la sombra de rocas calizas o arbustos.

En P. gracilis (Boiss.) Pau de las cuatro poblaciones visualizadas en el microscopio, sólo GP (Tarragona) presenta la cutícula bien manifiesta (Lám.47, fig 1), lo que incluso se aprecia en la epidermis de los tricomas; mientras que en las otras tres poblaciones restantes el revestimiento cuticular está poco desarrollado (Lám.30, fig. 1).

P. major (L.) Huds. Posee la cutícula fina, lo cual no es de extrañar porque suele habitar en zonas húmedas y más o menos sombrías, careciendo de problemas hídricos.

P. procumbens (Boiss.) Pau tiene la cutícula bien patente, para defenderse de la sequedad del medio ambiente, pues habita en S<sup>a</sup>. Nevada a gran altitud, siendo fisurícola y está por ello sometida, en verano, a la fuerte insolación de las cumbres, que es la época de su apogeo vegetativo; también palió su problema hídrico al crecer fundamentalmente en exposición N, a la vez que es procumbente y arrosetada (Lám. 35, figs. 1-2).

P. saxifraga L. En algunas hojas de la población turulense (SA), hemos observado que la cutícula, bien desarrollada, presenta de trecho en trecho, unos espesamientos (Lám. 37, fig. 3) que se disponen en dirección al ápice de los dientes foliares. En el resto de las

poblaciones de esta especie, no hemos encontrado estos espesamientos, pudiendo ser incluso fina la cutícula como en la población SP (Pineta, Huesca) o bien gruesa como en SV (Villoslada de Cameros, La Rioja) (Lám. 48, fig. 2).

P. siifolia Ler. Nos ha llamado la atención que pese a tener poco desarrollada la cutícula, presenta espesamientos cuticulares semejantes a los de la población SA de P. saxifraga (Teruel), en las hojas de las tres poblaciones estudiadas por nosotros (Lám. 40, fig. 2).

P. tragium Vill. Tiene la cutícula bien desarrollada, así como sus variedades, especialmente la balearica (Lám. 51, figs. 1-2) y la leriensis (Lám. 43, fig. 2).

P. villosa Schousb. Presenta la cutícula bien manifiesta, lo que le sirve de poderosa ayuda para soportar los fuertes calores estivales, además tiende a buscar, siempre que le es posible, la sombra de algún árbol, como encinas (Aldea del Fresno y El Pardo), robles, etc.

## 5.2. DISCUSION

La diversidad de clima y de suelo en que vive el gén. Pimpinella L. en la Península Ibérica e Islas Baleares,

determina grandes diferencias en el desarrollo de la cutícula de estas plantas.

Así, las ubicadas en la parte septentrional de España o en zonas relativamente frescas, por carecer de problemas hídricos, presentan la cutícula extremadamente fina, lo que condiciona hojas poco consistentes, blandas y escasamente turgentes; tal el caso de P. bicknellii, P. major y P. siifolia, así mismo estas especies son hipostomáticas, debido a tener bastante asegurados sus requerimientos hídricos.

Pero también existen táxones con cubierta cuticular bien desarrollada, tal es el caso de las especies casmófitas, como P. procumbens y P. traqium. Lo mismo acontece con las plantas que habitan sobre lugares arenosos, secos y cálidos como es el caso de P. villosa, ya que de esta forma evitan la desecación.

Por lo que respecta a P. saxifraga, su desarrollo cuticular esta en íntima relación con el variado medio ambiente en que se desarrolla la planta.

Como dato curioso, hemos podido constatar que la única población de P. gracilis var. puberula que habita sobre

suelo silíceo, en Tarragona, presenta la cutícula bien desarrollada, mientras que el resto de las poblaciones de esta especie, que viven sobre suelo calizo, la presentan fina.

#### **B.6. TRICOMAS**

Concluimos el estudio de la epidermis foliar con un apartado dedicado a sus apéndices epidérmicos: tricoma (palabra de origen griego que significa cabellera o barba espesa), hacemos hincapié en sus formas más comunes que son los pelos, dada la importancia de estos elementos para la determinación taxonómica, en especial en los niveles de género y especie (METCALFE & CHALK, 1950: 1326-1329, CARLQUIST, 1961 y UPHOF, 1962).

#### **6.1. RESULTADOS**

En nuestro trabajo describimos estos elementos y hallamos su densidad por  $\text{mm}^2$ , tanto en haz como en envés, para cada una de las poblaciones elegidas; hacemos notar que hemos eliminado intencionadamente, en nuestros recuentos, tanto la superficie de los nervios, como los márgenes foliares, ya que estas zonas están, en general, más densamente pobladas de indumento que el resto de la hoja. De

esta forma las comparaciones del limbo foliar resultan más homogéneas y demostrativas. También se ha estimado la longitud de estos elementos.

Los resultados numéricos obtenidos se ponen en evidencia en la GRAFICA 4.

Describiremos ahora estos elementos en cada especie:

PIMPINELLA BICKNELLII BRIQ.

Presenta pelos unicelulares, con forma un tanto oval y superficie básicamente lisa aunque con leves estrías cuticulares en dirección al ápice, que es curvo (Lám. 27, fig. 3). En su base, frecuentemente, sobresaliendo de la epidermis, suele haber un número variable de células, que puede llegar a ocho, y constituyen el soporte del pelo propiamente dicho (Lám. 27, fig. 4).

En ambas superficies del limbo foliar, el número de pelos es despreciable, hasta el extremo de que en muchos mm<sup>2</sup> no se llega a encontrar ninguno; en cambio no faltan por el margen foliar (Lám. 28, fig. 2) y con menos profusión, por las distintas categorías de nervios, principalmente en el envés (Lám. 28, fig. 1).

En el tallo también hemos encontrado algunos pelos que son semejantes a los descritos.

PIMPINELLA GRACILIS (BOISS.) PAU

En esta especie los pelos son pluricelulares, formados por 2 ó 3 células (Lám. 32, fig. 1) aunque no faltan los integrados por 4 e incluso 9 células, si bien, son más escasos (Lám. 31, figs. 2-3).

En cuanto a su forma, son cónicos en todos los casos presentando bases más anchas los del margen foliar (Lám. 47, figs. 1-3).

Los pelos del margen foliar se orientan hacia el ápice de los dientes marginales, encontrándose algunos de una sola célula, junto a los típicos pluricelulares, al parecer es debido a que el proceso de su desarrollo no es simultáneo (Lám.47, fig.3).

Su longitud varía según su ubicación, siendo más largos los de los nervios, tanto por tener mayor número de células (con frecuencia cinco), como por la mayor longitud de éstas (Lám. 31, figs, 2-3). Como norma general, los tricomas de la var. puberula son más largos que los encontrados en la

especie típica.

La población GF (Fuente del Gavilán, Teruel) posee tricomas largos y abundantes sobre los nervios de la cara inferior, pero en el resto de la superficie abaxial sólo alcanzan un valor de 7 pelos por  $\text{mm}^2$ , que supone el número más bajo en el envés dentro de las poblaciones estudiadas de esta especie. En esta población (GF) así como en GV, se aprecia con facilidad que la cutícula de los tricomas alcanza menor espesor, no existe pues correlación entre la var. puberula (GF) y la especie típica (GV) para este carácter.

En la superficie abaxial de la población GP (Tarragona) los tricomas están circundados por 3-8 células, siendo lo más frecuente 4, seguido de 5. La mayoría de los pelos están constituidos por 2 ó 3 células, pero no faltan los integrados por 4, e incluso por 7 células, aunque éstos son más escasos. La cutícula de los tricomas es gruesa, con relativa frecuencia se ven 2 núcleos en la primera célula del pelo propiamente dicho (Lám. 32, fig. 1), posiblemente debido a que se dividió el núcleo y aún no lo hizo el citoplasma.

La densidad de los tricomas por unidad de superficie es

independiente del taxon considerado, tanto en la haz como en el envés (GRAFICA 4). Así en la superficie adaxial sólo hemos encontrado tricomas en la población GA (Vaguada "La Florentina"), con un valor de sólo 6 pelos por  $\text{mm}^2$  (Lám. 29, fig. 4). En la superficie abaxial su valor es de 19 por  $\text{mm}^2$ , que es el valor más alto hallado entre las poblaciones estudiadas de esta especie.

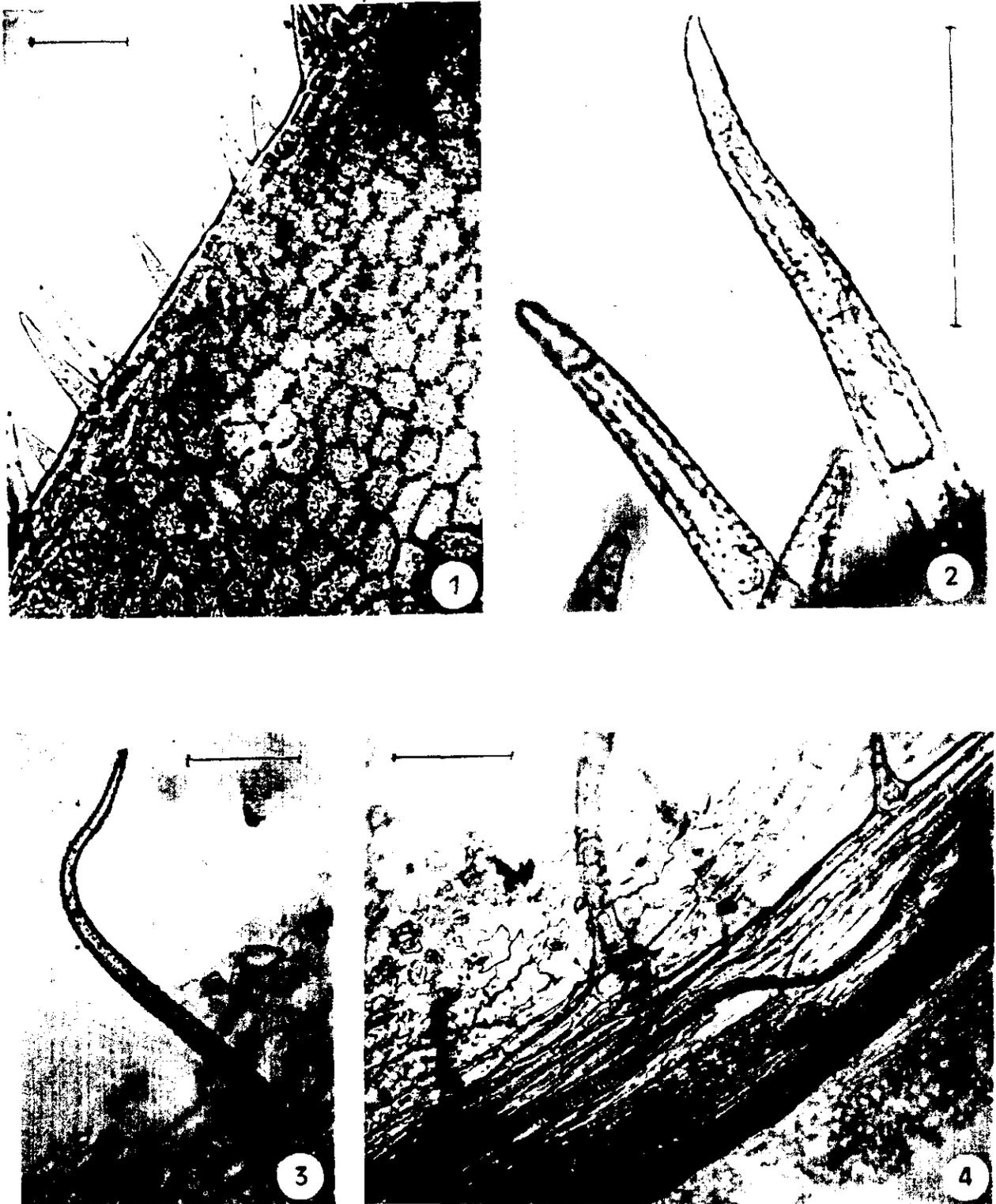
En el pecíolo los tricomas son largos, estrechos y muy abundantes.

PIMPINELLA MAJOR (L.) HUDS.

La mayoría de los tricomas en ambas superficies foliares suelen ser bicelulares o tricelulares, de forma cónica, no muy apuntados, con fuerte cutícula y superficie granulosa (Lám. 52, fig. 2), lo más común es que la base de los pelos se encuentre circundada por 4 células y con menor frecuencia por 5-6, no hallándose nunca en contacto con las células subsidiarias.

La densidad de los tricomas es muy uniforme, 8-15 por  $\text{mm}^2$  en haz y 9-12 por  $\text{mm}^2$  en envés. Como excepción, la población MA (Arlanzón, Burgos), se separa del resto de las estudiadas por poseer más tricomas en la superficie abaxial

## P. major (L.) Hudson



1. (MS) Haz. Pelos pluricelulares en el margen foliar.
2. (MS) Haz. Pelo con 3 células y superficie granulosa.
3. (MS) Envés. Pelo con 6 células.
4. (MS) Envés. Vasos escirilados.

Escale gráfica: figs. 1, 3 y 4 = 100  $\mu$ m; fig. 2 = 50  $\mu$ m.

que en la adaxial (GRAFICA 4).

La población MF (gerundense) tiene abundante y largos tricomas en el margen foliar y especialmente sobre los nervios, llegando a poseer en ocasiones más de 10 células; en su tallo abundan más a medida que nos aproximamos a la base y especialmente en las zonas anastomáticas.

En el tallo de la población MA (Arlanzón, Burgos) los pelos son relativamente escasos y largos, por estar constituidos por bastantes células uniseriadas. En el pecíolo también existen aunque en pequeña proporción.

Se puede considerar que P. major es una especie uniforme en su indumento (GRAFICA 4).

#### PIMPINELLA PROCUMBENS (BOISS.) PAU

Se separa de otras especies por carecer de tricomas en su envés (exceptuando el margen foliar, donde los presenta, aunque escasos) (Lám. 35, fig. 1). En la haz su densidad asciende a 13 tricomas por mm<sup>2</sup> (GRAFICA 4).

Los pelos son uni o bicelulares, con forma cónica de base ancha, pequeña altura, ápice algo romo y gruesa

cutícula con granulaciones (Lám. 34, figs. 4 y 6; Lám. 35, fig. 2).

Con frecuencia se observan las cicatrices que dejan los tricomas al desprenderse, estando rodeados por 5-7 células epidérmicas (Lám. 34, fig. 5).

El indumento de las características señaladas también se presenta en pecíolo y peciólulo, siendo más abundante en las zonas anastomáticas.

#### PIMPINELLA SAXIFRAGA L.

Hemos comprobado la existencia de poblaciones con hojas totalmente lampiñas (SP, Huesca y SA, Teruel) (Lám. 36 y 37), no obstante, de manera muy esparcida, pueden mostrar algún pequeño tricoma marginal. En dichas poblaciones el pecíolo también es glabro (Lám. 49, figs. 1, 4 y 5).

Contrariamente, presentan indumento tanto en haz como en envés, las poblaciones de La Rioja (SV) y de Lleida (ST). Hacemos notar, que no existe correlación entre la variable presencia/ausencia de tricomas en la var. dissecta y la especie típica; más aún, hemos podido constatar que en el seno de una misma población hay grandes diferencias en

cuanto a la densidad de los tricomas, e incluso coexisten ejemplares prácticamente glabros con otros claramente pubescentes.

Los tricomas del margen foliar se dirigen hacia el ápice de los dientes de las hojas y la inmensa mayoría son bicelulares; los que se encuentran por el resto de la epidermis, suelen ser tricelulares y los que se sitúan sobre los nervios con frecuencia están constituídos por 4 células, y en todos los casos presentan superficie granulosa y forma cónica (Lám.49, fig. 2).

En cuanto a su densidad es de 5 pelos por  $\text{mm}^2$  en el envés y de 5-8 por  $\text{mm}^2$  en la haz (GRAFICA 4).

La base de los pelos aparece rodeada por 4-5 células epidérmicas (Lám. 48, fig. 1).

#### PIMPINELLA SIIFOLIA LER.

Es especie prácticamente glabra, ya que sólo posee tricomas esparcidos en el margen foliar y nervios principales en el envés, faltando por completo en la

epidermis propiamente dicha (Láms. 38 y 39).

Por la morfología de los tricomas esta especie se separa claramente de los demás táxones, ya que sus pelos son unicelulares, en forma de matraz o cónica, con el extremo romo, cuando se encuentra sobre los nervios principales (especialmente en la base foliar) (Lám. 38, figs. 3, 5 y 6); en el margen de la hoja son más redondeados, con aspecto papiloso, pudiendo faltar en ocasiones (Lám. 38, fig. 2); en ambos casos tienen gruesa cutícula y su superficie sin granulaciones, asemejándose un poco a los tricomas observados en P. bicknellii.

No aludimos a su densidad, por  $\text{mm}^2$  porque, como ya señalamos, no se desarrollan los tricomas en la propia superficie foliar.

#### PIMPINELLA TRAGIUM VILL.

Presenta la var. balearica y la leriensis sin indumento (Láms. 43 y 51), en tanto que la especie típica y la var. glauca son pubescentes.

La base de los pelos surge entre (3-) 4-5 (-6) células epidérmicas (Lám. 42, fig. 1).

Sus pelos están constituidos por 2-3 células, son de forma cónica y superficie cuticular gruesa, ornamentada con granulaciones, siendo especialmente abundantes por el margen foliar.

La densidad del indumento es un carácter variable en la especie típica, de manera que las hojas de una misma población pueden ser lampiñas o pubescentes. Como excepción en la población TA (Cantabria) los pelos predominan en la haz. El indumento marginal es escaso y de pequeño tamaño (Lám. 42, fig. 2); tampoco falta en pecíolos y peciólulos.

La var. glauca cuya población TG crece en S<sup>a</sup>. Nevada se caracteriza por la gran abundancia de tricomas blancos y largos, pluricelulares y uniseriados en todos los órganos aéreos de la planta, lo que influye poderosamente en el aspecto del taxón y condiciona su epíteto específico (Lám. 44, fig. 2).

La densidad de su indumento es de 57 tricomas por mm<sup>2</sup> en la superficie abaxial (máximo valor hallado entre todos los táxones que hemos observado), y 30 en la adaxial.

PIMPINELLA VILLOSA SCHOUSB.

Como su nombre indica es una planta con abundantes tricomas, especialmente patentes en los tallos y frutos.

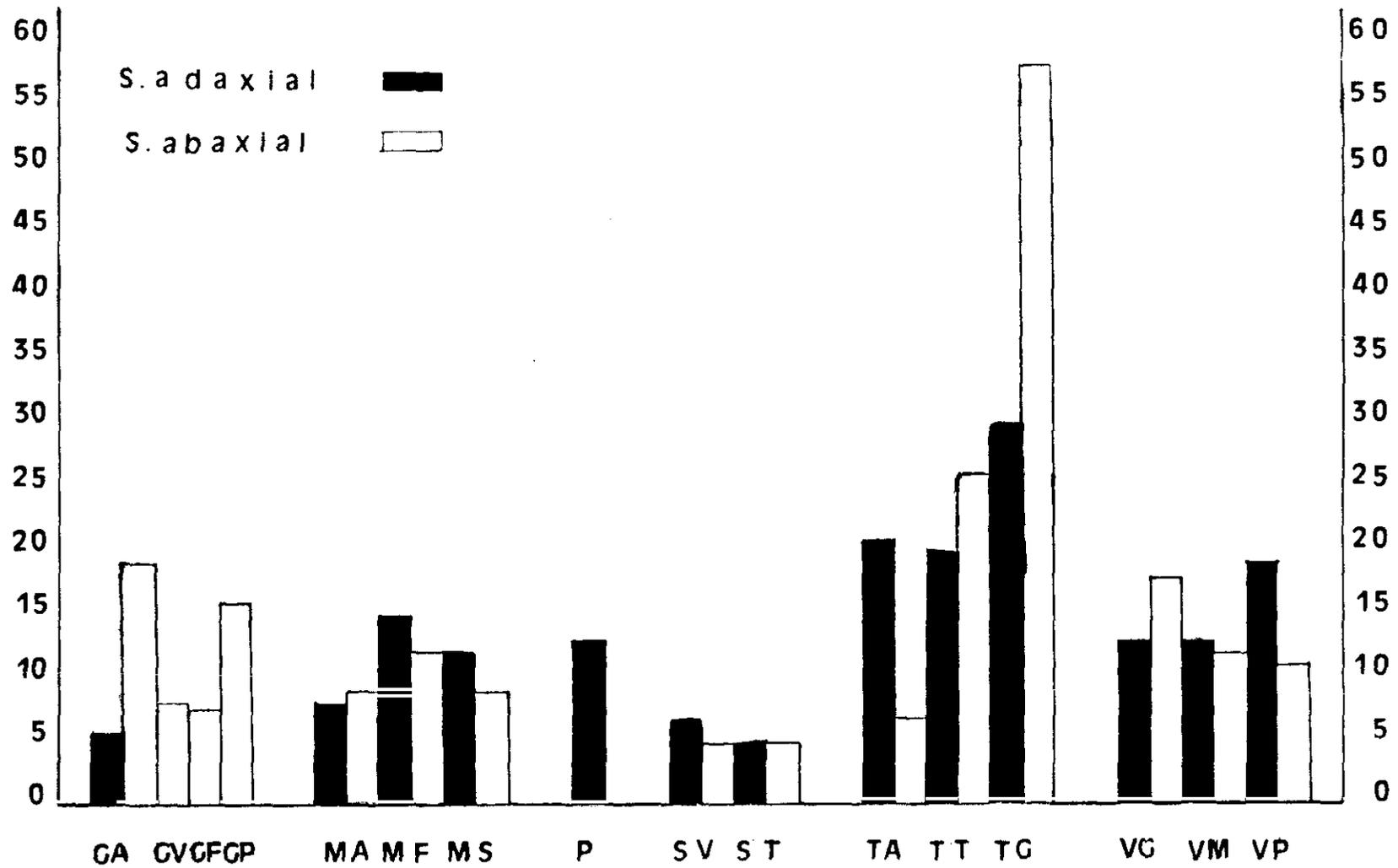
Sus pelos son comúnmente cónicos, con fuerte y granulosa cutícula (Lám. 46, fig. 3), están rodeados en su base por 3-6 células epidérmicas actinoides (Lám.46, figs. 1-2).

Su densidad por unidad de superficie es relativamente homogénea entre haz y envés, así como en el conjunto de las poblaciones estudiadas y su valor es menor de lo que a primera vista pudiera esperarse, máxime teniendo en cuenta su nombre específico; los valores medios oscilan de 11-19 pelos por mm<sup>2</sup> en el limbo foliar (GRAFICA 4).

En el margen no presentan una dirección predominante, lo que puede deberse al contorno festoneado de las hojas de esta especie (mientras que los otros táxones le tienen aserrado).

En el pecíolo abundan los tricomas en las zonas anastomáticas que alternan con las estomáticas (Lám. 45, fig. 3).

TRICOMAS PLURICELULARES CON SUPERFICIE GRANULOSA POR mm<sup>2</sup>



TRICOMAS PLURICELULARES CON SUPERFICIE GRANULOSA POR mm<sup>2</sup>

- GA.- P. gracilis (Boiss.) Pau, Vaguada "La Florentina" (Granada).  
GV.- " " " S<sup>a</sup>. de Guillimoma (Granada).  
GF.- " " " var. puberula (Loscos & Pardo) Font i Quer., S<sup>a</sup>. de Torrijas  
 (Teruel).  
GP.- P. gracilis " " " " " " " " " Coll d'Alforja  
 (Tarragona).  
MA.- P. major (L.) Huds. Arlanzón (Burgos).  
MF.- " " " Freixinet (Girona).  
MS.- " " " Somosierra (Madrid).  
P.- P. procumbens (Boiss.) Pau, S<sup>a</sup>. Nevada (Granada).  
SV.- P. saxifraga L., Villoslada de Cameros (La Rioja).  
ST.- " " var. dissecta (Retz.) Spreng., Tor (Lleida).  
TA.- P. tragium Vill., Alivá (Cantabria).  
TT.- " " Pto. de Traná (León).  
TG.- " " var. glauca (Presl) DC., S<sup>a</sup>. Nevada (Granada).  
VG.- P. villosa Schousb., "Cjo. de las Mimbres" (Granada).  
VM.- " " El Pardo (Madrid).  
VP.- " " Miranda do Douro (Portugal).

## 6.2. DISCUSION

Como observaciones de carácter general señalamos:

- El indumento de las especies estudiadas esta consituído por pelos simples, unicelulares (P. bicknellii y P. siifolia) (Lám. 27 y Lám. 38) o pluricelulares, uniseriados (el resto de los táxones); con 2-3 células normalmente, aunque pueden llegar a tener de 7-10 (aquellos que se sitúan en los nervios principales) (Lám. 31, figs. 2-3).

- Presentan comúnmente forma cónica con punta roma, siendo las células de mayor longitud las del extremo apical.

- La superficie cuticular que recubre los tricomas muestra ornamentación granulosa en todas las especies, a excepción de P. bicknellii y P. siifolia que es lisa o con leve estriación.

- El número de células epidérmicas que rodean la base de un pelo varía entre 3 y 8, siendo 4-6 lo más frecuente.

- Las cicatrices dejadas sobre la epidermis por los

pelos que se desprenden, presentan forma circular (Lám. 44, fig. 3).

- La longitud del indumento es variable incluso dentro de una misma hoja. En general, cuanto más vieja es la hoja, los tricomas son más largos, pero nunca están constituidos por pelos del mismo tamaño, lo que indica que su desarrollo no es sincrónico en el mismo órgano. En general, los que se ubican sobre los nervios principales son de mayor longitud (suelen poseer mayor número de células) y presentan menor anchura en su base, que los del resto de la hoja. Por el contrario, los marginales suelen ser más cortos que los del limbo foliar y con bases más anchas (Lám. 42, fig. 2); comúnmente se orientan en dirección al ápice de los dientes foliares.

- Algunos táxones son enteramente glabros, tales como P. traqium var. balearica y var leriensis. En otros sólo existe indumento sobre los márgenes y nervios (P. bicknellii y P. siifolia). Lo más común es que existan tricomas tanto en haz como en envés, aunque P. procumbens sólo los presenta en su cara anterior y P. gracilis, en general, en su cara posterior.

- En pecíolos y peciólulos, de haber indumento, se

sitúa preferentemente sobre las zonas anastomáticas.

Como detalles que pueden tener valor taxonómico, anotamos los siguientes:

- P. bicknellii y P. siifolia se asemejan por tener los pelos unicelulares, pero resultan inconfundibles ambas epidermis porque mientras P. siifolia posee en los nervios tricomas en forma de "matraz", y en el margen foliar de forma almohadillada y levemente prominente, P. bicknellii los tiene algo ovoides y aparecen generalmente sustentados en su base por varias células, que emergen de la epidermis y cuyo número puede llegar a 8, lo que les proporciona un aspecto "sui generis".

- P. gracilis no se mostró internamente homogénea en cuanto a densidad de pelos, espesor de su cutícula, etc., no permitiendo estos datos diferenciar a su var. puberula que se separa, sin embargo, por poseer tricomas de mayor longitud.

- Tanto P. major como P. villosa fueron dos especies homogéneas en cuanto a sus tricomas, diferenciándose la segunda, de todos los demás táxones en que sus pelos marginales no presentan orientación precisa.

- P. procumbens se presentó singular en cuanto que no posee indumento en el envés foliar.

- P. saxifraga no se mostró homogénea, no pudiendo separar, por estos caracteres, a su var. dissecta.

- Lo contrario podemos decir de P. tragium var. balearica y var. leriensis, que se diferencian netamente de las otras especies en que son enteramente glabras. P. tragium var. glauca se caracteriza por presentar más largos y abundantes tricomas, que los otros táxones estudiados. En la especie típica no existe homogeneidad en este tipo de caracteres.

- Tanto en P. saxifraga como en P. tragium, especie típica, las plantas de una misma población, pueden presentar ejemplares claramente glabros junto a otros pubescentes, lo que resta valor taxonómico a este dato.

Presentamos, a continuación, una clave de identificación elaborada para las especies estudiadas, con los caracteres de la epidermis foliar.

**B.7. CLAVE DE IDENTIFICACION DE LOS TAXONES ESTUDIADOS**

**ATENDIENDO A LOS CARACTERES EPIDERMICOS DE LAS HOJAS**

**BASALES.**

- 1.- Hojas hipostomáticas..... 2
- 1.- Hojas anfiestomáticas..... 4
- 2.- Con pelos pluricelulares en todo el  
limbo foliar..... P. major (L.) Huds.
- 2.- Con pelos unicelulares y ocasionalmente  
bicelulares o sin pelos..... 3
- 3.- Con estomas diacíticos y escasos anomocíticos..... P. siifolia Ler.
- 3.- Sin estomas diacíticos y con abundantes  
anomocíticos..... P. bicknellii Briq.
- 4.- Con el índice estomático inferior a 5,  
en la haz..... 5
- 4.- Con el índice estomático superior a 5,  
en la haz..... 6
- 5.- Paredes celulares rectilíneas en el haz  
y ondulado-sinuosas en el envés.....  
P. gracilis var. puberula  
(Loscos & Pardo) Font i Quer.
- 5.- Paredes celulares sinuosas en la haz y  
muy sinuosas en el envés.... P. gracilis (Boiss.) Pau
- 6.- Estomas que se sitúan entre las célu-

- las del margen foliar..... P. procumbens (Boiss.) Pau
- 6.- Estomas que no se sitúan entre las células del margen foliar..... 7
- 7.- Menos de 115 células epidérmicas por mm<sup>2</sup> en la superficie abaxial y limbo foliar sin tricomas..... P. saxifraga L.
- 7.- Sin estos caracteres juntos..... 8
- 8.- Plantas sin tricomas en el limbo foliar 9
- 8.- Plantas con tricomas en el limbo foliar 10
- 9.- Más de 40 estomas y menos de 140 células epidérmicas por mm<sup>2</sup> en el limbo foliar..... P. tragium Vill. var. leriensis O. de Boldòs.
- 9.- Menos de 40 estomas y más de 160 células epidérmicas por mm<sup>2</sup> en el limbo foliar..... P. tragium Vill. var. balearica Knoche.
- 10.- Menos de 160 células epidérmicas por mm<sup>2</sup> en el envés..P. saxifraga L. var. dissecta (Retz.) Spreng.
- 10.- Más de 160 células epidérmicas por mm<sup>2</sup> en el envés..... 11
- 11.- Más de 50 tricomas y 200 estomas por mm<sup>2</sup> en el envés.....
- P. tragium Vill. var. glauca (Presl) DC.
- 11.- Menos de 30 tricomas y 170 estomas por mm<sup>2</sup> en el envés..... P. tragium Vill.

### III.C. ESTUDIO CARPOLOGICO

#### C.1. ANTECEDENTES HISTORICOS

Desde antiguo el fruto de las Umbelíferas fue observado por distintos investigadores, los cuales se dieron cuenta rápidamente de que éste presentaba algunos caracteres diferenciales, útiles para distinguir las diversas especies. Pero fue MORISON en 1672, el primero que utilizó cortes transversales de frutos para intentar el estudio sistemático de esta familia. Después, fue seguido por CRANTZ (1767) y SPRENGEL (1813 y 1818).

Según DE CANDOLLE (1829), Cusson en 1782, hace observaciones precisas sobre las costillas y las valéculas, así como sobre la existencia de dos tipos de compresión (dorsal y lateral) de los frutos.

TRECUL (1866) nos indica siguiendo a De Candolle, que Ramond descubrió en Heraclium una serie de estrias en el pericarpio, "bandelettes" = venda, cinta estrecha, y de aquí "vittae" = venda o cinta. Pero el estudio de estos canales oleoresiníferos del mesocarpo de las Umbelíferas, lo generalizó y empleó en taxonomía HOFFMAN (1814),

conservándose el nombre de vitas en la actualidad.

Unos años más tarde, KOCH (1824), da importancia a la presencia de costillas primarias y secundarias, que ya había puesto de manifiesto Cusson (op.cit), y a las diversas formas de albumen; basándose en ello para su clasificación de las Umbelíferas.

DE CANDOLLE (1829:17) de acuerdo con los trabajos de Koch, sobre el endosperma, divide esta familia en los tres siguientes grupos:

I. Orthospermae: (del gr. ortho, recto). Cuando el endosperma tiene esta forma en la cara comisural.

II. Campylospermae: (del gr. campylo, curvo). Si éste presenta un surco más o menos profundo en la superficie citada.

III. Coelospermae: (del gr. coelo, cóncavo). En el caso de que el endosperma sea cóncavo en dicha cara.

TRECUL (1866) realiza un interesante estudio sobre los canales secretores de las Umbelíferas. Unos años después en 1878, MOYNIER DE VILLEPOIX profundiza en este tema.

BENTHAM (1867) en "Genera Plantarum", señala que el género Pimpinella L. se caracteriza por presentar infinitas vitas conspicuas, y mantiene que P. magna, P. saxifraga y Reutera procumbens tienen infinitas vitas separadas; concepto erróneo, como demostramos en nuestro trabajo.

Al llegar 1895, ROMPEL aporta un nuevo criterio taxonómico: la presencia de cristales de oxalato cálcico en los cremocarpos.

A finales del siglo pasado se destacan en los estudios anatómicos del fruto BARSTSCH (1882), COURCHET (1884), DRUDE (1898), BRIQUET (1899, 1923 y 24), etc.

En el presente siglo CALESTANI (1905) tiene en cuenta los estudios carpológicos para la taxonomía de esta familia en Europa; y a partir de entonces aparecen no sólo los interesantes trabajos de Briquet, de carpología comparada de varias especies, sino también los de HAKANSSON (1923), LIERMANN (1926) y un largo etc.

Modernamente, siguen apareciendo cada vez con más frecuencia estudios anatómicos del fruto y de sus distintas partes, como es el notable trabajo de JACKSON (1933) sobre

el desarrollo del carpóforo; el de KLAN (1947) con la investigación de la anatomía comparada de los cremocarpos de las Umbelíferas, en Checoslovaquia, etc.

En el momento presente van en aumento los trabajos de bioquímica del fruto de muchas especies de esta familia, para determinar las esencias y alcaloides (FAIRBAIRN & CHALLEN, 1959) de interés comercial presentes en los mismos.

La naturaleza de las vitas y su origen esquizógeno ha sido descrito por KAPOOR & KAUL (1967); mientras que HEYWOOD & DAKSHINI (1971) hace hincapié en la utilidad de las vitas en taxonomía.

En la actualidad, han puesto de manifiesto la gran importancia de la estructura del fruto para la diagnosis de la Umbelíferas: DAVIS & HEYWOOD (1963), TSENG (1967), THEOBALD (1971), con un magnífico trabajo de anatomía comparada de algunos táxones de esta familia, SAENZ DE RIVAS (1973, 74 y 77), en ésta última publicación, pone de manifiesto el valor evolutivo de algunos caracteres morfo-anatómicos del fruto de las Umbelíferas, SAENZ DE RIVAS, HEYWOOD & al. (1978) y MAFFEI, CORSI & al. (1987) nos sirven de ejemplo, para no citar más investigadores.

Pero hasta el momento presente, que nosotros tengamos conocimiento, no se ha realizado ningún estudio profundo de la constitución de los cremocarpos del género Pimpinella L., por ello hemos considerado de vital interés emprender dicha investigación.

### C.2. MATERIAL

El material utilizado en este apartado procede básicamente de nuestras propias recolecciones, así como de las cesiones que hemos de agradecer al Real Jardín Botánico de Madrid; sólo ocasionalmente hemos usado frutos procedentes de bancos de germoplasma (p. ej. del Jardín Botánico de Duisburg y del Jardín Botánico de Essen, Alemania).

Como término medio se han realizado cortes seriados de 3 frutos de cada población.

Indicamos a continuación, las muestras estudiadas, agrupadas por especies.

Pimpinella bicknellii Briq. I. de Mallorca, Puig Roig (31SDE882125), sitios húmedos, protegidos por rocas calizas, 590-600 m, 17-5-1985, leg. et det. A. Landete (MA 454989).

Pimpinella bicknellii Briq. I. de Mallorca, Puig de Ternelles (31SDE9717), Sa Ferradura, 150 m, loc. clas., 17-6-1933, Marcos (MA 87650).

Pimpinella gracilis (Boiss.) Pau. Jaén, El Pozo, UTM no localizado, 1.500 m, lugares secos y calcáreos, julio 1905, Elisée Revenchon (MA 87472).

Pimpinella gracilis (Boiss.) Pau. Tarragona, Coll d'Alforja, "Ermita de Puigcerver" (31TCF2667), esquistos, 780 m, exp. NE, 21-8-1985, leg. A. & M<sup>a</sup>. L. Landete, det. A. Landete (MA 454985).

Pimpinella gracilis (Boiss.) Pau. Teruel, Linares de Mora (30TYKO363), pedregales móviles, julio 1960, J. Borja (MA 180855) y (MA 179112).

Pimpinella major (L.) Huds. Alemania, Duisburg, Jardín Botánico (loc. desc.).

Pimpinella major (L.) Huds. Burgos, Arlanzón (30TUM6781), 26-8 sin año, Zubia (MA 87530).

Pimpinella major (L.) Huds. Cuenca, S<sup>a</sup>. de Valdemeca

(30TXKO347), 23-8-1974, Ginés López (MA 204272).

Pimpinella major (L.) Huds. Teruel, S<sup>a</sup>. de Gúdar (30TXKO179), setos, ribazos, julio 1959, J. Borja (MA 200355).

Pimpinella procumbens (Boiss.) Pau. Granada, S<sup>a</sup>. Nevada (30SVG6902), 11-8-1908, C. Pau (MA 87478).

Pimpinella procumbens (Boiss.) Pau. Granada, S<sup>a</sup>. Nevada, Pto. de Vácares (30SVG7002), en esquistos, 18-8-1923, Font i Quer (loc. clas.) (MA 87482).

Pimpinella saxifraga L. Alemania, Essen, Jardín Botánico (loc. desc.).

Pimpinella saxifraga L. Burgos, Sobrón (30TVN8132), 24-8-1906, Hermanos Sennen & Elias (MA 87510).

Pimpinella saxifraga L. Burgos, Valverde (30TVM6919), bosque, septiembre 1916, Hermanos Sennen & Elias (MA 87509).

Pimpinella saxifraga L. Huesca, Baños de Panticosa (30TYN2331), 16-7-1882, Zubia (MA 87498).

Pimpinella siifolia Ler. Asturias, Covadonga, Cerro de la Cruz (30TUN3892), 12-8-1927, Lacaita (MA 87488).

Pimpinella siifolia Ler. Cantabria, Alivá, Cueto de los Toribios (30TUN5077), 17-8-1950, E. Guinea (MA 164756).

Pimpinella siifolia Ler. León, Cofiñal, Valle del Pinzón (30TUN1769), en claros de hayedo y roquedos calizos, 1350-1410 m, exp. N, 15-9-1983, leg. Alvarez & Landete, det. A. Landete (MA 454883).

Pimpinella tragium Vill. Granada, S<sup>a</sup>. Nevada (30SVG6704), camino de las Sabinas a partir de 500 m de su iniciación, exp. N, entre gleras calizas, 1.660 m, 28-8-1984, leg. et det. A. Landete (MA 454869).

Pimpinella tragium Vill. I. de Mallorca, Puig de Massanella (31SDC8102), 1.230 m, en fisuras de rocas calizas, exp. N, 18-6-1984, leg. et det. A. Landete (MA 454878).

Pimpinella tragium Vill. Palencia, Guardo (30TUN4830), en rocas, 23-9-1944, M. Martín & C. Vicioso (MA 87588).

Pimpinella tragium Vill. Tarragona, Vandellós

(31TCF1930), Vall de Lléria, cerca de la Central nuclear de Vandellós, a unos 3 Km a partir de la autopista del Mediterráneo, en fisuras de rocas calcáreas, umbría, exp. N, 100-200 m, 22-8-1984, leg. A. & M<sup>a</sup>. L. Landete, det. A. Landete (MA 454877).

Pimpinella villosa Schousb. Avila, Arenas de San Pedro (30TUK2151), camino al Santuario de San Pedro de Alcántara, 31-8-1985, leg. A. & M<sup>a</sup>. L. Landete, det. A. Landete (loc. nov.) (MA 454862).

Pimpinella villosa Schousb. Valladolid, La Santa Espina (30TUM2423), 9-9-1915, Sennen (MA 87610).

Pimpinella villosa Schousb. Portugal, Bragança, Outeiro (29TQG0118), a ambos lados de la Ctra. 218, en jarales, comienza a los 3,5 km hasta 5 km de Pinedo, abundante, especialmente entre los km 3,5 y 7 desde Outeiro, 500-620 m, 27-7-1983, leg. et det. A. Landete (loc. nov.) (MA 454859).

### C.3. TECNICAS HISTOLOGICAS

La técnica histológica empleada para el estudio de los frutos en el microscopio óptico, ha consistido en la obtención de cortes seriados y doble tinción safranina-fast green, siguiendo para ello el método de JOHANSEN (1940), con algunas modificaciones. Los pasos llevados a cabo son:

a) Hidratación: En todos los casos, tanto en el material de herbario como en el recolectado por nosotros, ha sido necesario proceder a la hidratación para ablandar los mericarpos, ello se ha conseguido hirviéndolos en agua destilada durante media o una hora, según la fecha de recolección. En caso de no ser suficiente, se ponían en agua con 1,5 % de sosa cáustica y se introducían en la estufa a 30° C. durante 3 ó 4 horas.

b) Fijación: Acto seguido se procede a la fijación, para lo que se utiliza una mezcla de formol, ácido acético y alcohol (FAA), en la siguiente proporción:

Formol.....	5 cc.
Acido acético glacial.....	5 cc.
Alcohol etílico de 70%.....	90 cc.

En dicha mezcla se dejan los frutos aproximadamente unas 48 horas; no existe inconveniente si el tiempo es mayor.

c) Lavado: Pasado el tiempo que antecede, se procede a lavar los frutos dos veces, con alcohol de 70%, es decir, con el de la misma concentración que se utilizó para la fijación.

d) Deshidratación: Se lleva a cabo pasando las muestras por la escala de alcoholes, hasta llegar al alcohol absoluto.

El tiempo que hemos empleado es el siguiente:

Alcohol de 70%.....	3 horas
" de 80%.....	"
" de 90%.....	"
" de 96%.....	"
Alcohol absoluto.....	Toda la noche.

e) Impregnación con cloroformo: Se emplea cloroformo por ser un buen disolvente de la parafina, lo que facilitará la completa inclusión de ésta en el fruto.

La impregnación comprende los siguientes pasos:

Etanol/cloroformo	3:1.....	2 horas	
"	"	1:1.....	"
"	"	1:3.....	"

Después se lavan las muestras con cloroformo puro; añadiendo a continuación un poco de parafina se introducen en la estufa a 40° C., si usamos parafina con este punto de fusión y si no, a la temperatura que funda la parafina, durante 48 horas, con lo cual se consigue que se evapore totalmente el cloroformo. Si bien, durante este tiempo se van añadiendo pedazos de parafina varias veces al día, a la vez que se agita un poco para facilitar la evaporación total del cloroformo, lo que es fácil de reconocer por la ausencia de su olor característico.

f) Inclusión: Se sumergen los frutos, previamente orientados, en un molde que contiene suficiente cantidad de parafina fundida para que no sobresalgan al introducirlos, y una vez solidificada la parafina se quita el molde y se obtiene el bloque.

g) Obtención de los cortes: La operación siguiente consiste en tallar el bloque, en forma de paralelepípedo

rectangular, y fijarle en el portamuestras del micrótopo con parafina fundida.

Después se procede a hacer cortes seriados de los mericarpos, entre 10 y 15  $\mu\text{m}$  de grosor, utilizando para ello un micrótopo rotativo marca "Reichert" modelo Young.

A continuación se montan las tiras obtenidas en un portaobjeto bien limpio, que previamente se ha impregnado de gliceroalbúmina para que se peguen los cortes, y se le agregan unas gotas de agua destilada, con el fin de poder colocar y extender mejor las secciones de los frutos; luego se lleva el portaobjeto con los cortes a la placa caliente, a una temperatura de 40° C. aproximadamente, durante unos segundos, así se extienden y no se doblan ni forman pliegues.

Una vez estirados se elimina el exceso de agua y se introducen en la estufa a 35° C. para que se sequen bien, dejándolos aproximadamente un día, aunque no importa si están más tiempo en la estufa.

h) Tinción: Hemos seguido la técnica expuesta por JOHANSEN (1940), que consiste en una doble coloración a base de safranina, que tiñe de rojo el núcleo, los cromosomas,

las paredes lignificadas o cutinizadas, y el fast green que colorea de verde el citoplasma y las paredes celulósicas.

Con el fin de economizar reactivos y tiempo, se han utilizado vasos de Coplin, que tienen la ventaja de permitir teñir a la vez ocho preparaciones, y poder utilizar los líquidos varias veces, los cuales casi no se evaporan ni se ensucian, por disponer de la correspondiente tapa.

Las muestras se han pasado por los siguientes vasos de Coplin, que contenían los líquidos que a continuación se detallan, y en ellos han permanecido durante el tiempo que se indica:

- 1) Xilol (para desparafinar los cortes).... 20 min.
- 2) Xilol/alcohol absoluto (1:1)..... 5 min.
- 3) Alcohol absoluto..... " "
- 4) Alcohol de 96%..... " "
- 5) Alcohol de 90%..... " "
- 6) Alcohol de 80%..... " "
- 7) Alcohol de 70%..... " "
- 8) Safranina en alcohol de 50%..... 5 horas
- 9) Lavado rápido con agua (para eliminar el exceso de colorante), pasando las preparaciones por dos recipientes con agua limpia.

- 10) Alcohol de 50%..... 10 a 15 seg.
- 11) Alcohol de 70%, más 1 gota de ác. pícrico de 0,5%..... " " "
- 12) Alcohol de 80%, más 2 gotas de ác. pícrico de 0,5%..... " " "
- 13) Alcohol de 90%, más 3 gotas de ác. pícrico de 0,5%..... " " "
- 14) Alcohol de 96%, más 4 gotas de ác. pícrico de 0,5%..... " " "
- 15) Alcohol de 96%, más 2-4 gotas de amoníaco..... 1 minuto
- 16) Alcohol absoluto..... 10 a 15 min.
- 17) Fast green..... 15 seg.
- 18) Aceite de clavo, xilol y alcohol absoluto (2:1:1)..... 10 a 15 seg.
- 19) Aceite de clavo puro..... 10 a 15 seg.
- 20) Xilol..... " " "
- 21) Xilol..... " " "
- 22) Xilol..... " " "

Las gotas de ácido pícrico empleado en los frascos 11-14, tienen como finalidad el actuar como mordiente y abrillantar el color rojo de la safranina.

Después del nº 22 se procede al montaje con bálsamo de

Canadá, quedando así las preparaciones listas para su estudio con el microscopio óptico.

Los colorantes se han preparado de la siguiente manera:

Preparación de la safranina:

Se prepara disolviendo 2,25 gr. de safranina en 225 cc. de alcohol de 96%. Al ir a utilizarla se diluye a partes iguales (la solución de safranina al 1% en alcohol de 96%) con agua destilada. En caso de que resulte muy concentrada la disolución de safranina, se puede diluir con alcohol de 50% a partes iguales.

Preparación de Fast Green:

Se mezclan a partes iguales:

Metilglicol..... 33 cc.

Alcohol absoluto..... 33 cc.

Aceite de clavo..... 33 cc.

A esta mezcla se añaden 0,5 gr. de fast green en polvo.

Los cortes obtenidos fueron observados y fotografiados con el mismo equipo óptico mencionado en el capítulo anterior.

#### C.4. TERMINOLOGIA EMPLEADA

La terminología que hemos utilizado en el estudio de los cremocarpos de las especies del gén. Pimpinella L., es la más comúnmente aceptada, en los trabajos sobre este tema. Exponemos a continuación una lista de los términos empleados, así como las abreviaturas correspondientes que aparecen tanto en los esquemas (Lám. 53), como en las fotografías de este capítulo.

##### ABREVIATURAS:

- Canal secretor (cs)
- Cara comisural (cm)
- Carpóforo (cp)
- Coelum comisural o del mericarpo (co)
- Costilla comisural (cc)
- Costilla dorsal (cd)
- Costilla lateral (cl)
- Cotiledón (c)
- Cutícula (cu)
- Embrión (e)
- Endocarpo (en)
- Endocarpo comisural (enc)
- Endosperma (ed)

Epicarpo (ep)  
Esferocristales (ec)  
Floema (f)  
Haz vascular (hv)  
Haz vascular comisural (hvc)  
Haz vascular dorsal (hvd)  
Haz vascular lateral (hvl)  
Inclusiones (i)  
Mesocarpo (m)  
Mesocarpo comisural (mc)  
Parénquima comisural o del mericarpo (pc)  
Pelo (p)  
Rafe (r)  
Rama del carpóforo (rc)  
Testa (t)  
Valécula (va)  
Vita comisural (vc)  
Vita dorsal (vd)  
Vita intrayugal (vy)  
Vita lateral (vl)  
Vita valecular (vv)  
Xilema (x)  
Zona comisural (zo)



### C.5. ANATOMIA E HISTOLOGIA DEL FRUTO DE LAS UMBELIFERAS

Debido a que son muchos y complejos los tejidos que forman el fruto de las Umbelíferas, y como consecuencia de que no existe un acuerdo absoluto, entre los distintos autores, sobre la denominación precisa que deben recibir las partes, nos ha parecido necesario realizar una síntesis de los conocimientos existentes sobre los cremocarpos de dicha familia.

El fruto de las Umbelíferas se caracteriza por presentar básicamente la misma estructura anatómica: escaso volumen del pericarpo, simetría bilateral y gran desarrollo de la semilla, con abundante endosperma que protege al reducido embrión; los caracteres histológicos son por tanto los que sirven fundamentalmente para la diferenciación de las especies.

El fruto es esquizocápico, complejo (por intervenir en su formación otros órganos además del gineceo) (FAHN, 1978:556), procede de un ovario ínfero, integrado por 2 carpelos, cada uno de ellos posee un lóculo con 2 óvulos anátropos; antes de la fecundación uno de ellos es recto y normalmente aborta, el otro es péndulo y se desarrolla hasta alcanzar la madurez, para lograr la reproducción (JACKSON,

1933).

Es un fruto seco, que en la madurez se parte en dos mericarpos indehiscentes, casi siempre suspendidos por sendas ramitas del carpóforo.

En la antigüedad era considerado como un diaquenio, pero modernamente se designa, según FONT i QUER (1953), por Mirbel con el nombre de cremocarpo (del gr. fruto suspendido, aludiendo a que los mericarpos al madurar cuelgan de las ramas del carpóforo).

Los mericarpos con frecuencia están comprimidos dorsal o lateralmente. Están provistos de prominencias más o menos acentuadas, denominadas costillas, éstas son 5 principales o primarias y alternan con las correspondientes zonas valeculares o valéculas; poseyendo con frecuencia costillas secundarias, de las que carecen las pimpinelas. Las costillas primarias se diferencian en: costilla dorsal, que corresponde al nervio medio de la hoja carpelar, y está situada en el dorso del fruto; dos costillas laterales o marginales a ambos lados de la dorsal y a continuación dos costillas comisurales, así llamadas por estar junto a la zona comisural, parte por donde están unidos los dos mericarpos antes de llegar a la madurez. En las costillas el

pericarpo se ensancha, mientras se estrecha a nivel de las valéculas.

Las partes fundamentales que se pueden observar en el cremocarpo del exterior al interior son: Epicarpo, que forma la epidermis del fruto y generalmente está constituido por una capa que se interrumpe en la zona comisural, formada por células epidérmicas, tabulares, íntimamente unidas, ligeramente más anchas que altas en sección transversal, salvo en las costillas donde suelen tener más altura. El epicarpo presenta la cutícula más o menos desarrollada, lisa o con ondulaciones, así como formaciones epidérmicas, tales como tricomas y espinas. En el género Pimpinella generalmente es liso, pero existen algunos táxones con tricomas más o menos desarrollados.

A continuación se encuentra el mesocarpo, que constituye la parte más desarrollada del pericarpo, está formado fundamentalmente por tejido parenquimático y con frecuencia, en su parte exterior se desarrollan células esclerenquimatosas. En él se localizan los haces fibrovasculares o liberoleñosos, así denominados por estar constituidos por floema y xilema. Se sitúan debajo de las costillas, denominándose según su posición: haces comisurales, laterales y dorsal. Su forma puede ser (según

los táxones) circular, elíptica o triángular. El floema posee células pequeñas que se destruyen en la madurez del fruto. El xilema se encuentra integrado por vasos, generalmente helicados o anillados, traqueidas y tejido mecánico, pero en los cortes transversales resulta difícil apreciar sus distintos componentes. Su situación es más interna que la del floema.

Encima de los haces fibrovasculares puede encontrarse un canal secretor. Estos son la continuación de los existentes en el pedúnculo de la flor y por consiguiente del tallo. Los primeros investigadores que los mencionaron fueron Malpighi y Grew (seg. TRECUL, 1866).

En la parte más interna del mesocarpo se hallan las "vitas", que son recipientes secretorios del mesocarpo, conteniendo con frecuencia esencias, su número, forma y tamaño, alcanza gran valor taxonómico. Se las designa con los nombres de: vita valecular, si está situada en la valécula; comisural, cuando se encuentra en la zona comisural; dorsal, si se presenta entre las costillas laterales y la dorsal, y lateral cuando se localiza entre las costillas comisurales y laterales. En el caso de desarrollarse debajo de una costilla se denomina vita intrayugal o yugal; éstas suelen ser de menor tamaño y

permanecen invariablemente ligadas al haz vascular, mientras que las vitas comisurales suelen alcanzar las mayores dimensiones y su epitelio frecuentemente sobresale en el coelum del mericarpo. Se conoce con el nombre de disposición cíclica la que presenta a la vez vitas valeculares, intrayugales y comisurales (CALESTANI, 1905).

En el estilopodio se reduce considerablemente el número de vitas, debido al aumento de anastomosis (BRIQUET, 1923) y su sección es circular, pero al ir descendiendo hacia el ecuador del fruto, su número aumenta como consecuencia de su septación, a la vez que se alargan tangencialmente. En algunos frutos el número de vitas aumenta con la maduración del mismo (THEOBALD, 1971). Presentan secreciones lipófilas, probablemente un aceite esencial como en los canales secretores (MAFFEI & al., 1987).

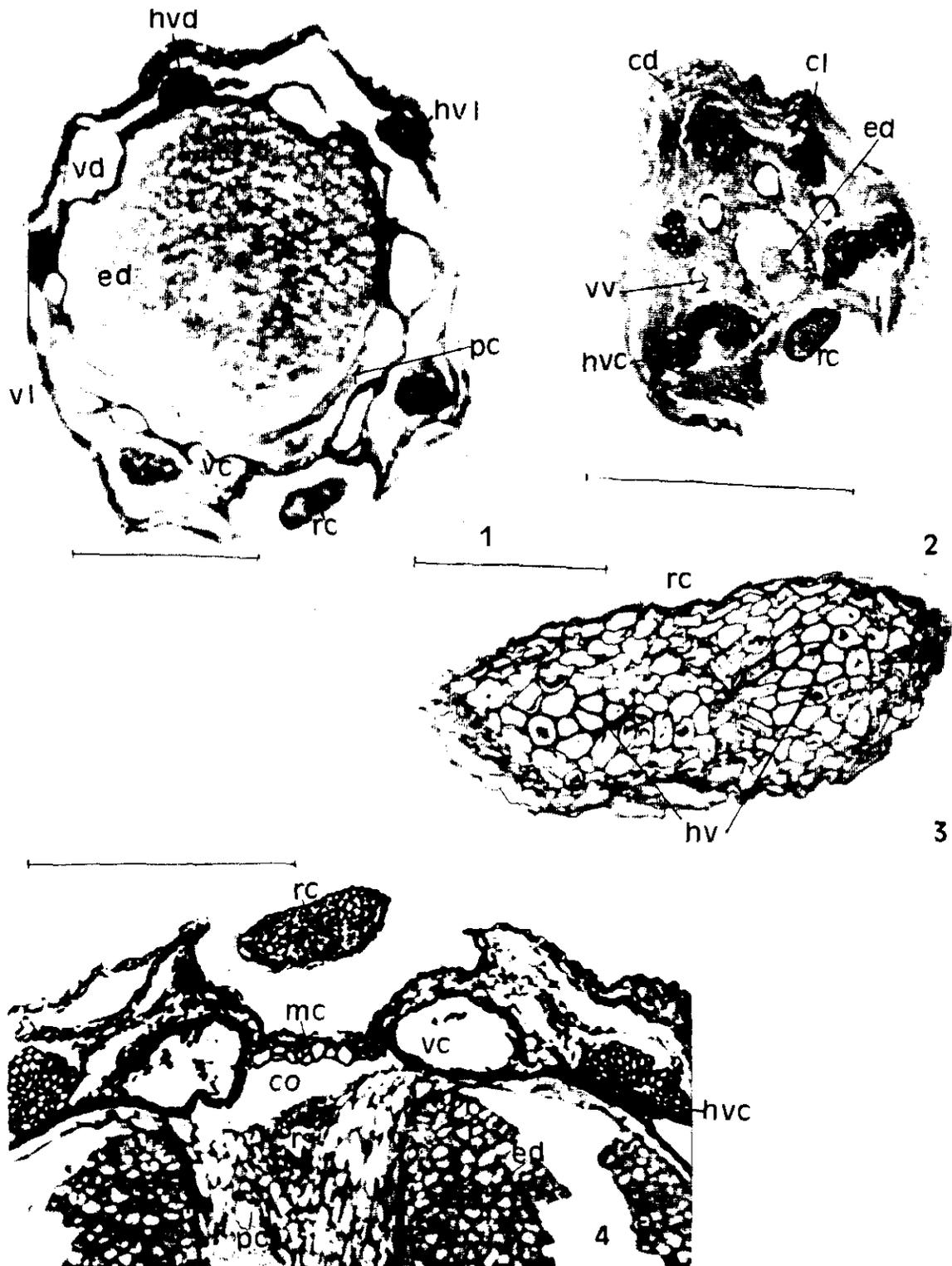
En las plantas objeto de esta tesis su número no es constante, en los diferentes táxones, tanto en las vitas comisurales como en las valeculares; no soliendo existir, en cambio, vitas intrayugales.

El endocarpo forma la zona más interna del pericarpo, rodea a la semilla hasta alcanzar la zona comisural. Está formado por una capa de células parenquimáticas, de paredes

celulósicas, muy finas, lisas, tangencialmente alargadas y más voluminosas que las del mesocarpo, que conservan durante más tiempo su forma. A veces toma apariencia festoneada, al obligarle las vitas a retraerse, por ello aparece con frecuencia más o menos adherido a las mismas, ya que el mesocarpo en el proceso de maduración contrae las capas celulares situadas debajo de las vitas, aplanándolas de forma que sus paredes tangenciales se amontonan unas sobre otras hasta resultar casi irreconocibles, no obstante, suele envolver a las vitas (BRIQUET, 1923).

En la cara comisural, en la región ecuatorial del fruto, se encuentra el coelum comisural o coelum del mericarpo (BRIQUET, op.cit), oquedad limitada en su parte interna por el parénquima comisural y en la externa por el mesocarpo comisural en el centro y lateralmente por el endocarpo. Si bien, falta en el extremo superior y en el inferior del cremacarpo (Lám. 53 y 54, fig. 4).

El parénquima comisural o del mericarpo, se sitúa en la zona comisural (de aquí su denominación), entre el coelum comisural y la testa de la semilla. Está integrado por células parenquimáticas, irregulares, de paredes celulósicas.

*P. bicknellii* Briq.

Secciones transversales de un mericarpo:

1).- Corte apical.

2).- Primeros estadios superiores.

3).- Carpóforo, donde se visualizan los dos haces vasculares.

4).- Cara comisural, en su zona ecuatorial.

Escala gráfica: Figs. 1, 2 y 4 = 500  $\mu$ m; fig. 3 = 100  $\mu$ m.

Finalmente la semilla, al comenzar la maduración se separa del fruto, empezando por el lado comisural donde deja un gran hueco, y más tarde por la zona dorsal, de forma que cuando alcanza la completa madurez, la semilla se encuentra más o menos libre, protegida por el pericarpo.

Su cubierta externa es la testa (del lat. testa, vasija), en las umbelíferas falta la endopleura (FAHN, 1978:585), sus células presentan la pared fina y vistas en sección aparecen como una fila marrón de células contraídas, generalmente asociadas al endocarpo.

A continuación está el endosperma, muy desarrollado y un poco deprimido, generalmente, a nivel de las vitas. Es recto en la cara comisural (zona ecuatorial) en el género Pimpinella, por tanto su fruto es ortospermo, lo que no obsta, para que se presente más o menos cóncavo hacia los extremos de los mericarpos. Como excepción, Pimpinella bicknellii Briq. difiere por poseer el fruto campilospermo.

El endosperma presenta generalmente cristales de oxalato cálcico, almidón y granos de aleurona, para facilitar el desarrollo del embrión, el cual está ubicado en su interior y en la parte superior del fruto; constituido por dos cotiledones foliáceos, es por tanto dicotiledóneo.

Cuando se secciona el fruto completo, con frecuencia se aprecia entre ambos mericarpos el carpóforo, que es la prolongación del tálamo. Su finalidad es facilitar la dehiscencia y diseminación del fruto. Es característica de las Apioideae, mientras que en las Hydrocotyloideae y en las Saniculoideae está muy reducido o ausente.

El carpóforo en su mayor parte es de origen apendicular, no obstante, posee una pequeña porción basal, receptacular o axial (JACKSON, 1933). Al madurar el fruto aparece una zona de abscisión en el plano de constricción del carpóforo, paralela a la comisura, ésta le divide en dos ramas de forma que en cada una de ellas queden dos haces de protoxilema lignificado, rodeados de metaxilema, más tejido parenquimático, integrado principalmente por fibras y uniendo ambos haces existen células grandes de parénquima (JACKSON op.cit.).

También se visualiza en muchos cortes, en la cara comisural, la rafe que contiene en su interior un pequeño haz liberoleñoso.

### C.6. RESULTADOS

Pasamos, pues, a describir estos caracteres en cada una de las especies que hemos estudiado, cuyo resumen comparativo se muestra al finalizar su estudio en el CUADRO nº 14.

#### PIMPINELLA BICKNELLII BRIO.

Fruto grande ovoide-oblongo de (4-) 6 (-7) mm de long. por (2,5-) 3 (-4) mm de ancho (Lám. 2), comprimido lateralmente con costillas primarias iguales, redondas, apenas prominentes y sin costillas secundarias.

Estilo de 2 mm de long. con los extremos formando una curva más o menos cerrada en dirección a la costilla dorsal, es decir, fruto con pico bien manifiesto.

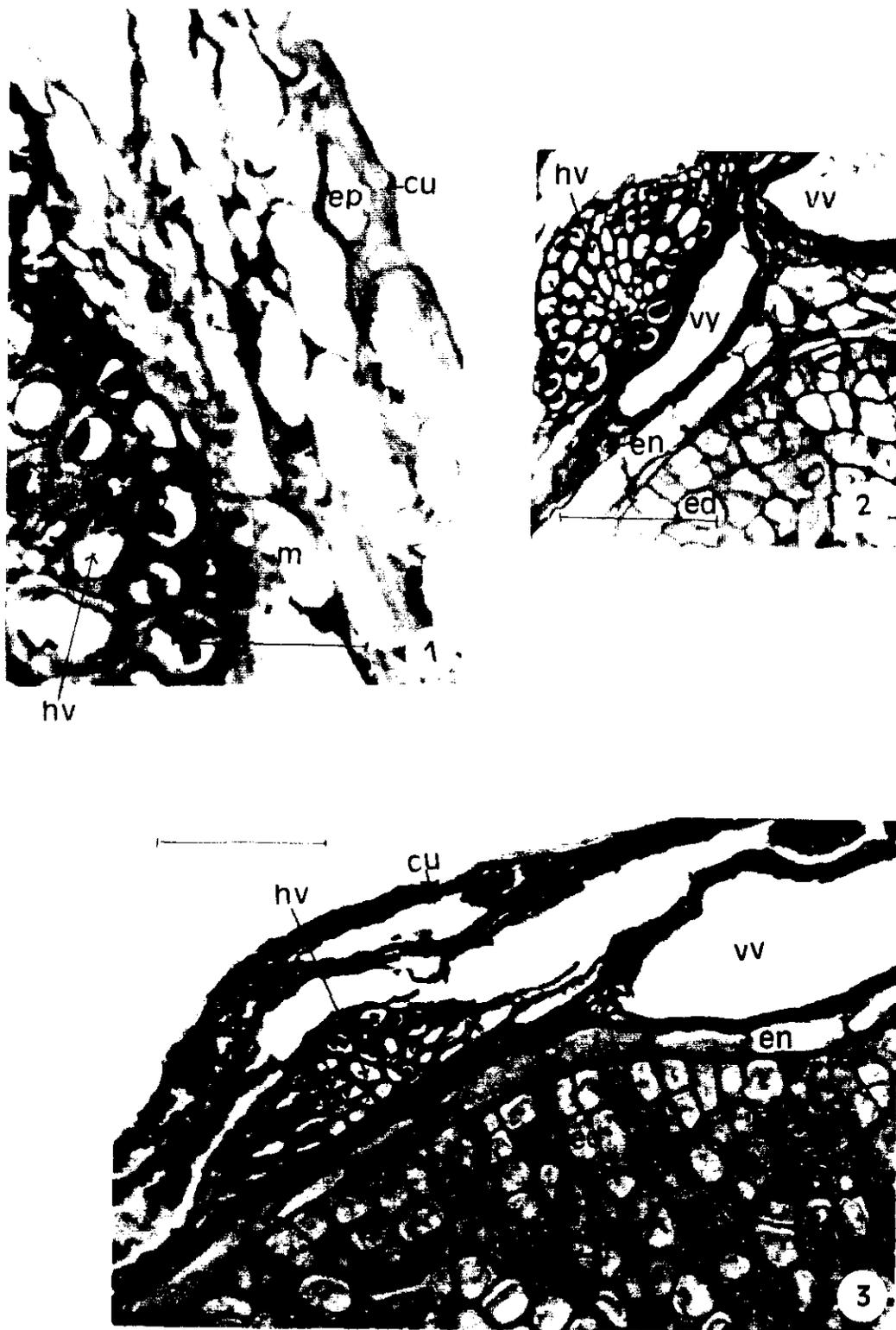
El epicarpo está integrado por una capa de células rectangulares, tangencialmente alargadas, unidas íntimamente sin dejar meatos y recubiertas por una cutícula gruesa y lisa (Lám. 54, fig.1), carece de tricomas y de todo tipo de formaciones epidérmicas.

Mesocarpo constituido por varias capas de células parenquimáticas, poliédricas, alargadas, grandes, irregulares, que dejan entre ellas abundantes meatos aeríferos. Sobre las vitas se encuentran 3-4 capas y debajo de las mismas, están tan contraídas y aplanadas que resulta difícil su identificación.

Posee canales secretores intrayugales más al exterior que el haz vascular correspondiente; no suelen faltar en las costillas comisurales, mientras que en las restantes no siempre existen, siendo este carácter variable según los frutos. Su sección es circular o algo ovalada.

Los haces vasculares tienen posición intrayugal y están bien desarrollados, con forma más o menos triangular (el lado mayor descansa hacia el interior del fruto) (Lám. 55, figs. 2-3; Lám. 56, fig. 3). Los vasos de xilema tienen las paredes bastante lignificadas y se disponen en forma más o menos radiada.

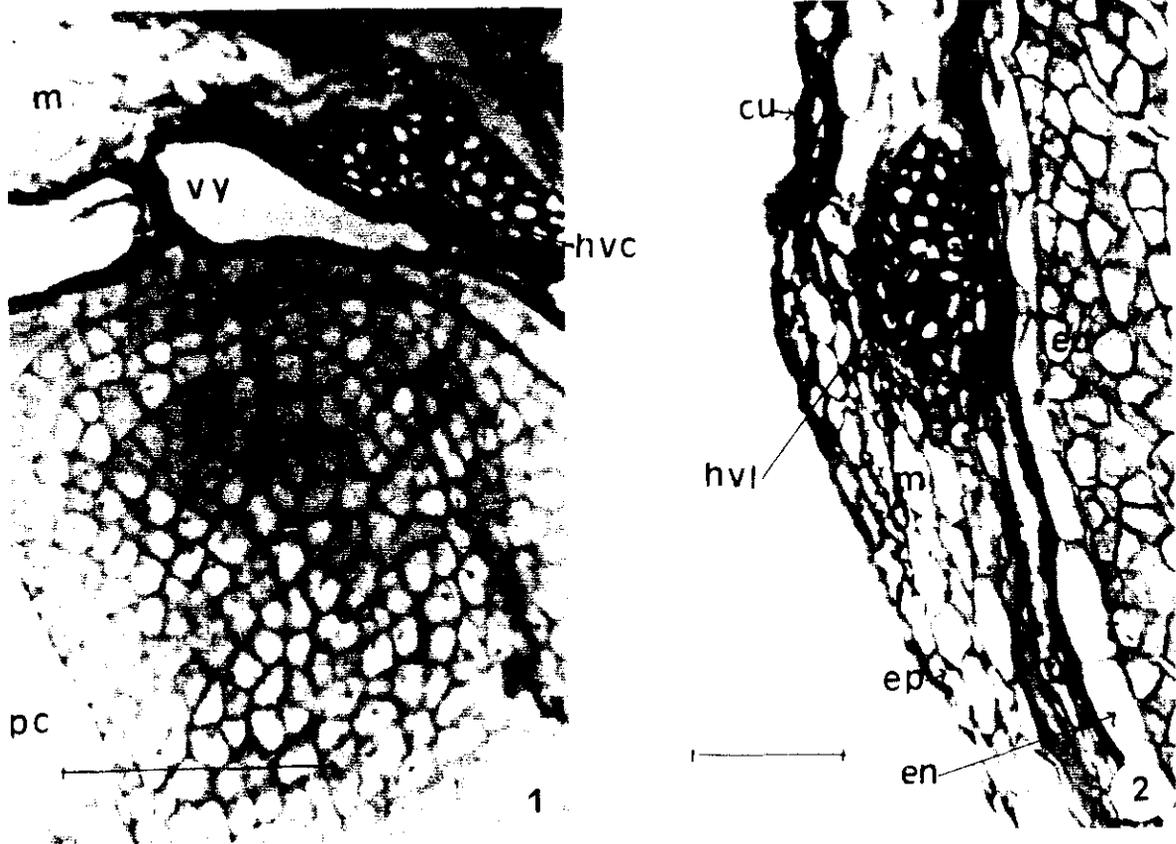
La cantidad de vitas aumenta a medida que nos separamos de los extremos del mericarpo. Así, en los primeros cortes sólo hay 1, luego 2, 3, etc. (Lám. 54, figs. 1-2), al observarse 9 vitas ya aparece el embrión, que en conjunto toma forma circular en los cortes transversales,

*P. bicknellii* Briq.

Secciones transversales de:

- 1) Epicarpo protegido por una gruesa cutícula.
- 2) Endocarpo y testa recubriendo el endosperma.
- 3) Costilla lateral con su correspondiente haz vascular de forma más o menos triangular.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

*P. bicknellii* Brid.

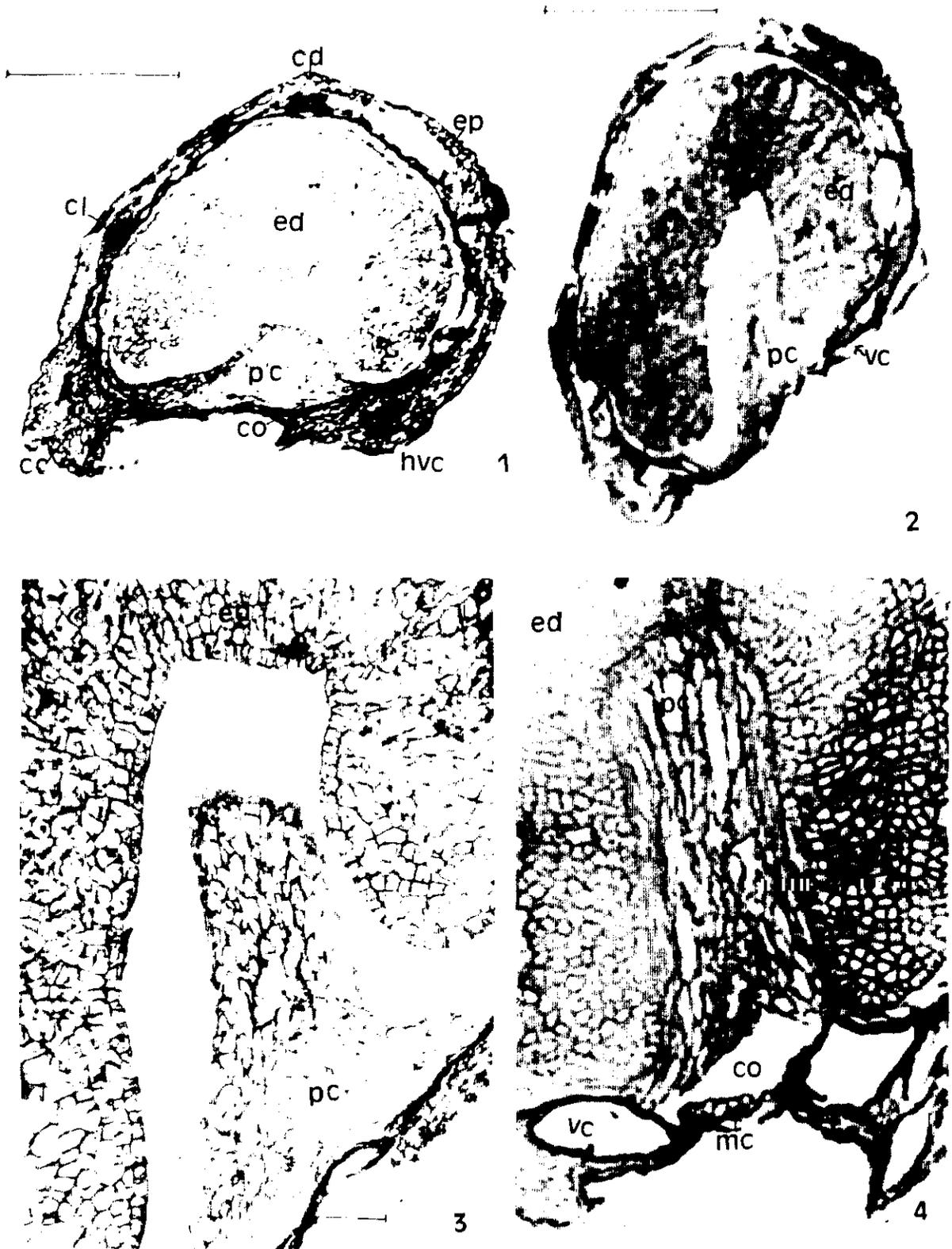
Secciones transversales de un mericarpo maduro:  
 1) Vitas intraxilares en una costilla comisural.  
 2) Costilla lateral con cutícula gruesa.  
 3) Detalle de un haz vascular comisural con disposición radiada de sus células y forma triangular.

Escala gráfica: figs. 1 y 2 = 100  $\mu$ m; fig. 3 = 500  $\mu$ m.

destacándose netamente los dos cotiledones. El número más frecuente de vitas oscila de 10 a 14, de ellas siempre 2 son comisurales y más voluminosas (Lám. 57, fig. 4), las restantes son valeculares, aunque no es raro que en algunos mericarpos aparezca alguna vita intrayugal en 1 o en los 2 haces comisurales (Lám. 55, fig. 2), siendo en estos casos 4 las vitas comisurales. La forma de ellas es lenticular, tangencialmente alargadas. De todas las especies estudiadas ésta es la que presenta menor número de vitas, carácter primitivo (plesiomorfo), a la vez que de mayor tamaño.

El parénquima comisural es de células grandes, rectangulares, con paredes finas y onduladas, cuyo diámetro mayor es el radial, se desarrolla considerablemente en forma de "U" invertida, lo que da como consecuencia que aparezca un surco pronunciado en el endosperma, recordando su corte transversal la figura lunar (Lám. 57).

El endosperma en los extremos superior e inferior del fruto tiene forma circular, pero a medida que nos aproximamos a la zona ecuatorial del mismo aparece un surco, éste se va acentuando hasta poner claramente de manifiesto que es un fruto campilospermo (Lám. 57). Posee abundantes células poliédricas con paredes rectas y gruesas, en las que abundan las inclusiones (que serán objeto de nuestros

*P. bicknellii* Briq.

Secciones transversales de:

- 1) Un mericarpo mostrando el comienzo de la invaginación del endosperma.
- 2) Aspecto del mismo unos cortes posteriores.
- 3) Zona comisural de un mericarpo campilospermo, con separación del parénquima comisural de la semilla.
- 4) Región ecuatorial de un mericarpo maduro. donde el endosperma alcanza mayor invaginación.

Escala gráfica = 500  $\mu$ m.

estudios posteriores). Las 3 ó 4 primeras capas son paralelas a la superficie externa del endosperma, pero las restantes suelen orientarse radialmente, dejando pequeños meatos entre ellas.

Recorre el fruto hasta la zona apical la rafe que está constituida por un haz vascular circular que deja un espacio vacío en el centro.

Carpóforo interno, libre, dividido en dos ramas al penetrar en el cremocarpo, dichas ramas se separan para ir a fijarse en los respectivos mericarpos, que penden de ellas hasta llegar a la completa madurez, en que se desprenden y caen al suelo. Si la fecundación no ha sido simultánea, el proceso de maduración del fruto se retarda en su desarrollo en el mericarpo que posteriormente se fecundó, y por tanto, tardará más en desprenderse que su pareja, que como consecuencia de ser fecundada antes, terminará primero el proceso de maduración.

El carpóforo contiene 4 haces vasculares, éstos se separan, al dividirse, para ir 2 a cada rama del mismo (Lám. 54, figs. 3-4).

Al seccionar el fruto partiendo de la zona apical

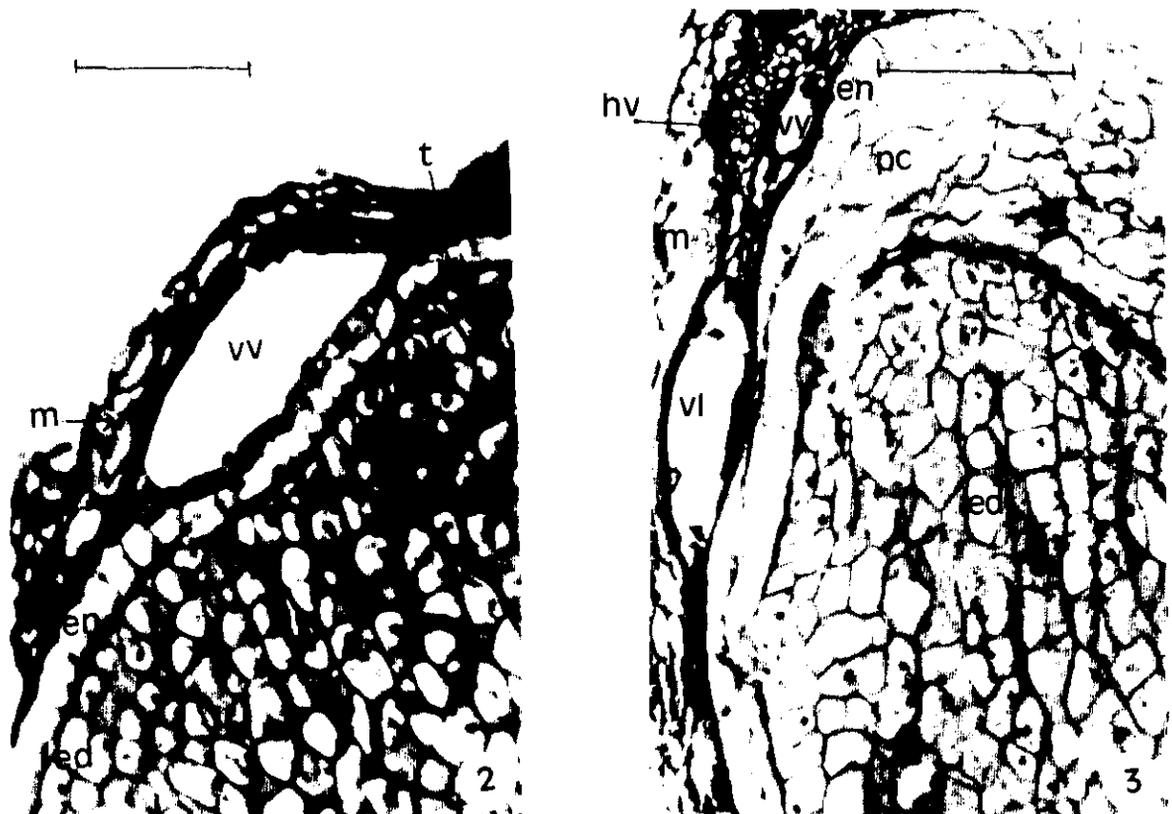
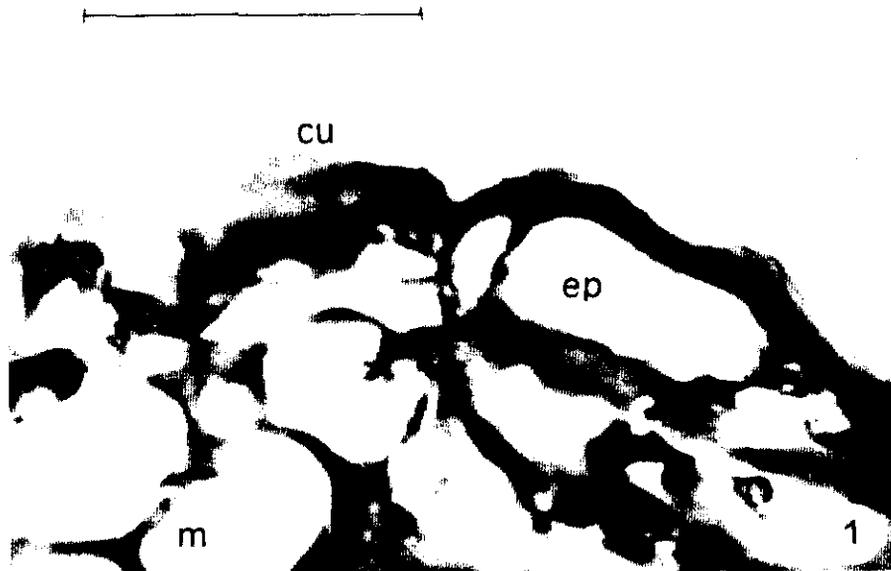
encontramos en los cortes primeros la rafe, después hallamos la inserción de la correspondiente rama del carpóforo y en cortes bastante posteriores aparecerá el embrión.

PIMPINELLA GRACILIS (BOISS.) PAU

Fruto de 2-2,5 mm de long. y algo menor en la var. puberula (Loscós & Pardo) Font i Quer, ovoideo o subgloboso, comprimido lateralmente glabro (Láms. 4 y 5) y en la var. citada pubérulo, excepto en el estilopodio (aunque en la madurez pierde muchos tricomas). Cremocarpo marrón rojizo al madurar; sin costillas secundarias y con las primarias redondeadas y poco desarrolladas, algo más grandes las comisurales, que se destacan bien por su color más claro (Lám. 4, fig. 2 y Lám. 5. fig. 2).

Los estilos divaricados-reflexos al alcanzar la fecundación, se desprenden con la maduración del fruto, que por consiguiente carece de pico.

El epicarpo protegido por una gruesa cutícula, forma una capa continua, salvo en la comisura, de células epidérmicas de sección rectangular y contorno irregular (Lám. 58, fig. 1), con las paredes laterales ± verticales, que se van agrandando en sentido perpendicular en las

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

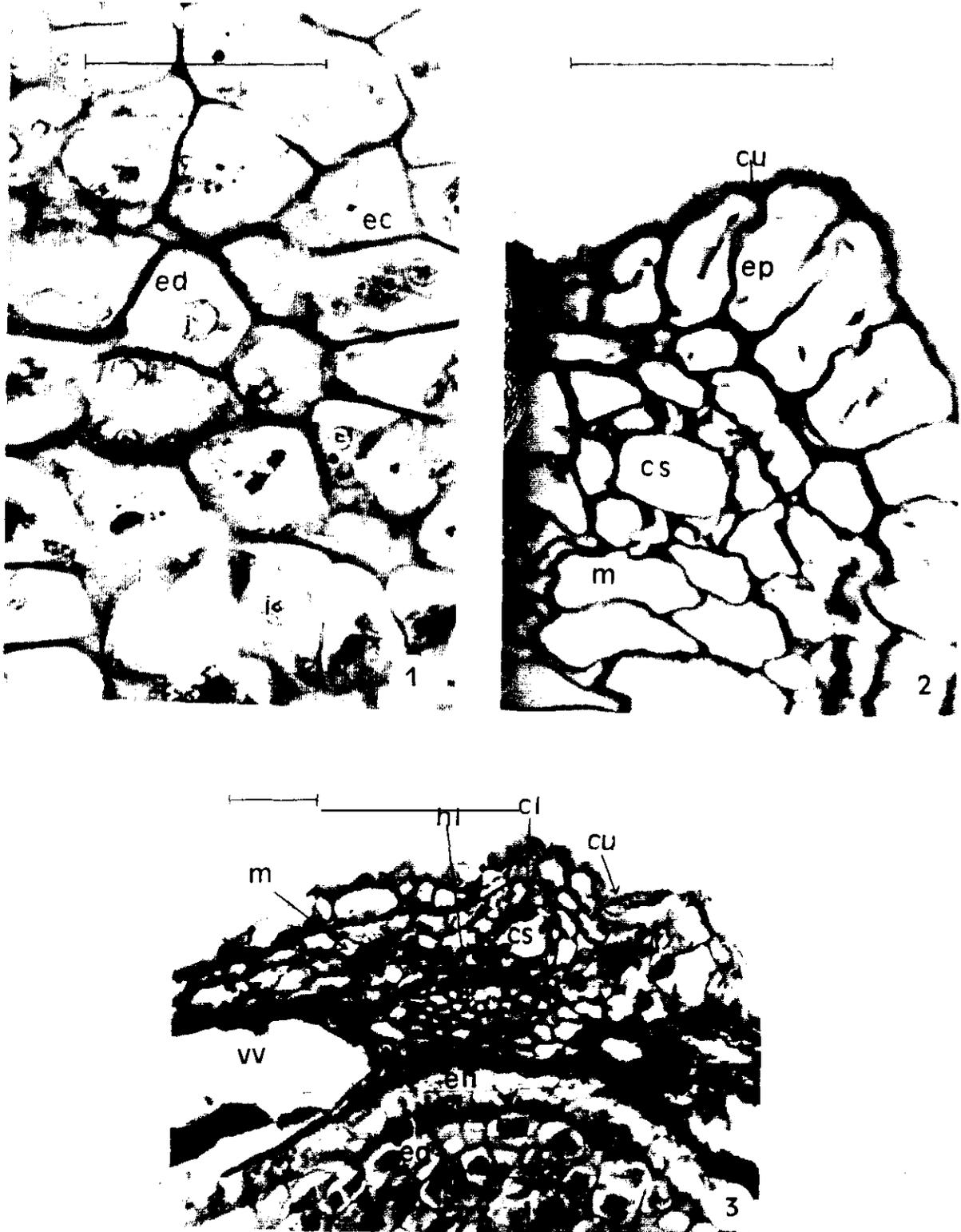
Secciones transversales de un mericarpo maduro mostrando:  
 1).- Epicarpo protegido por gruesa cutícula.  
 2).- Vita vascular.  
 3).- Parénquima comisural, endosperma y vita intrayugal.  
 Escala gráfica: fig. 1 = 50  $\mu$ m; figs. 2 y 3 = 100  $\mu$ m.

costillas, alcanzando su mayor tamaño en el ápice de las mismas (Lám. 59, fig. 2 y Lám. 60, fig. 5), donde presentan la cara externa convexa. La var. puberula se diferencia por poseer la cutícula fina y tricomas cortos y sencillos (Lám. 61, figs, 1-2).

La primera capa del mesocarpo está constituida por células con paredes muy lignificadas (Lám. 58, fig. 1), a continuación existen 3-4 capas por encima de los haces vasculares, de células parenquimáticas bien desarrolladas, de paredes onduladas y forma irregular, con 4-5 lados, algo curvos, que dejan pequeños meatos entre ellas, y 4 capas de células de menor tamaño por debajo de dichos haces (Lám. 60, fig. 5). En las zonas vasculares las células parenquimáticas están tangencialmente alargadas y en los frutos completamente maduros se encuentran más o menos deformadas.

Encima de los haces vasculares aparece el canal secretor de contorno circular, limitado por (4-) 5 (-6) células desiguales, tabulares y un poco alargadas tangencialmente, unidas íntimamente y cuyo número puede variar en los sucesivos cortes (Lám. 59, figs. 2-3).

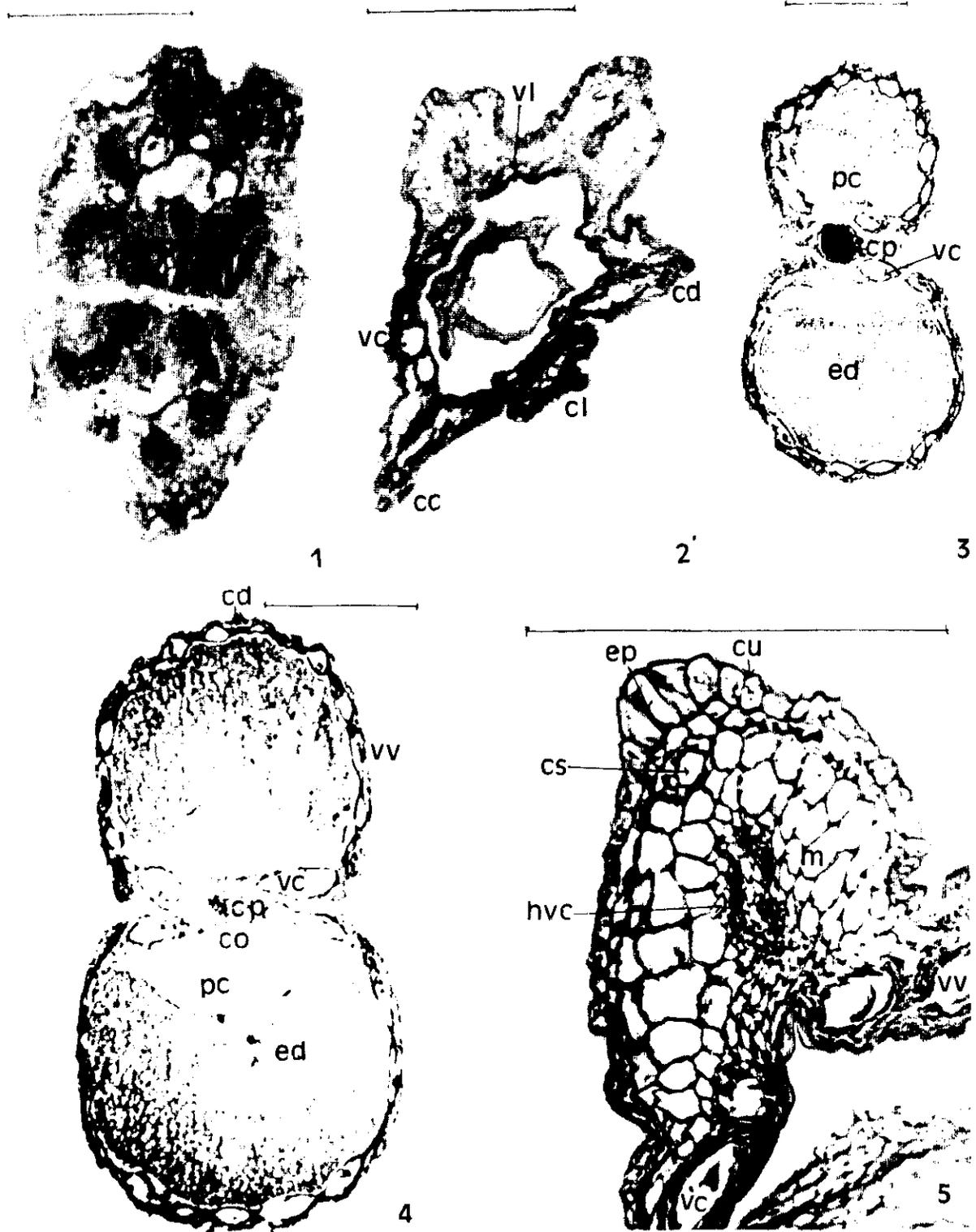
Las vitas son de forma lenticular (Lám. 58, fig. 2) con

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

Secciones transversales de un mericarpo mostrando:

- 1) Endosperma con abundantes inclusiones.
- 2) Costilla dorsal con canal secretor rodeado de seis células.
- 3) Costilla lateral y vitas valesculares.

Escala gráfica = 50  $\mu$ m .

*P. gracilis* (Boiss.) Pau

Secciones transversales de:

1) Un esquizocarpo en su zona superior, anterior a la inserción del carpóforo.

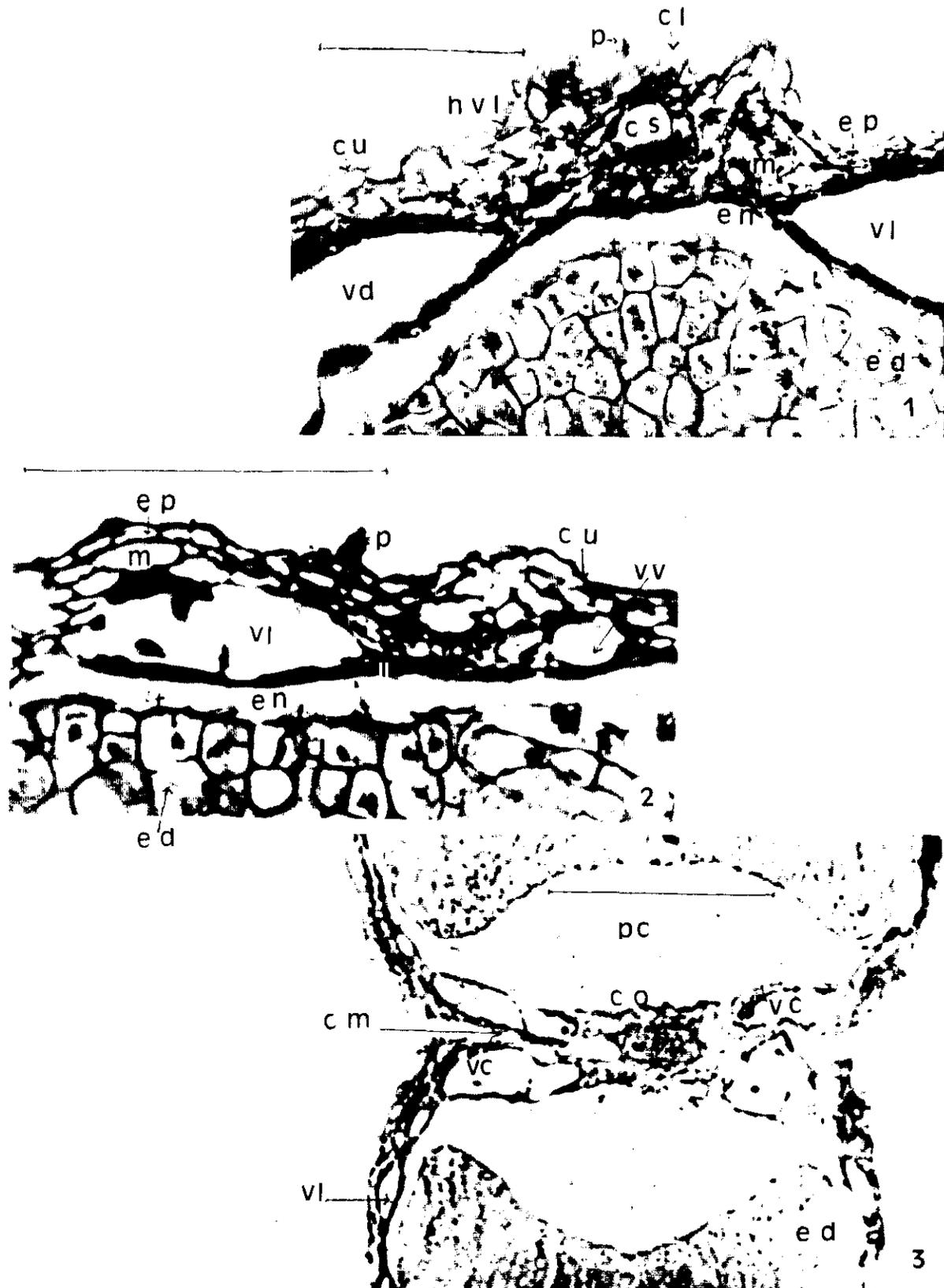
2) Mericarpo abortado.

3 y 4) Cortes basales de un cremocarpo con el carpóforo aún sin dividirse en sus dos ramas.

5) Costilla comisural con canal secretor, observese como aumenta el tamaño de las células del epicarpo en su parte superior.

Escala gráfica: figs. 1,2,3 y 4 = 500  $\mu$ m; fig. 5 = 50  $\mu$ m.

*P. gracilis* (Boiss.) Pau  
var. *puberula* (Loscos & Pardo) Font Quer



Secciones transversales de:

- 1) Una costilla lateral con pelos y canal secretor.
- 2) Vitas valedculares, endocarpo y endosperma.
- 3) Zona comisural con abundante parénquima comisural.

Escala gráfica: figs. 1 y 2 = 100  $\mu$ m; fig. 3 = 500  $\mu$ m.

el eje mayor paralelo al endocarpo, de ellas las comisurales alcanzan mayor tamaño y parte de su epitelio sobresale en el coelum del mericarpo. Las valeculares se apoyan en el endocarpo, motivando que éste adquiera un aspecto ondulado (Lám. 60, figs. 3-4). Su tamaño es variable y en los cortes seriados se visualiza como una misma vita modifica su forma y tamaño. No obstante, suele existir una cierta simetría entre ambos lados del fruto. La posición y el número tampoco es fijo, aumentan en la zona ecuatorial de los mericarpos y disminuyen en sus extremos, donde se anastomosan (Lám. 60, fig. 1); pero lo más frecuente es la existencia de 3 vitas por valécula, aunque a veces existen 4; las comisurales suelen ser 2-4 (Lám. 61, fig. 3), por ello lo más común es que su número total oscile entre 14 y 16, aunque nosotros hemos llegado a contabilizar hasta 22.

Entre las vitas valeculares suelen existir 2 capas de células mesocárpicas, constituídas cada una por 4 células parenquimáticas de menor tamaño que las que recubren las vitas; debajo de ellas hay 1-2 capas de células de parénquima mesocárpico, muy aplanadas (Lám. 61, fig.2) y con sus paredes tangenciales amontonadas unas sobre otras hasta resultar casi irreconocibles; a pesar de ello suelen envolver a las vitas.

Los haces libero-leñosos se sitúan en las costillas y presentan el floema hacia el exterior y el xilema hacia el interior, éste aparece dividido formado 2-3 grupos de células con la pared intensamente lignificada (Lám. 60, fig. 5). Debajo de los haces nunca hemos hallado vitas.

El endocarpo está integrado por una capa de células alargadas tangencialmente, parenquimatosas, de mayor tamaño que las del mesocarpo, con la pared celulósica (Lám. 61, figs. 1-2).

La semilla más o menos libre según la madurez del fruto está rodeada por el endocarpo, menos en el centro de la zona comisural. Su endosperma abundantemente desarrollado posee numerosas células parenquimáticas, de paredes rectas, celulósicas, limitadas por 4-5 lados desiguales, dejando entre ellas meatos. En su interior contienen gran cantidad de esfero-cristales (Lám. 59, fig.1), visualizándose con frecuencia varios de distinto tamaño en una misma célula.

La comisura es plana, con unión comisural grande, fruto ortospermo. El parénquima comisural se presenta integrado por células isodiamétricas con pared celulósica (Lám. 61, fig. 3).

El carpóforo libre, interno, bífido, contiene en cada una de sus ramas 2 haces vasculares, constituídos por abundantes células lignificas (Lám. 60, figs, 3-4).

PIMPINELLA MAJOR (L.) HUDS.

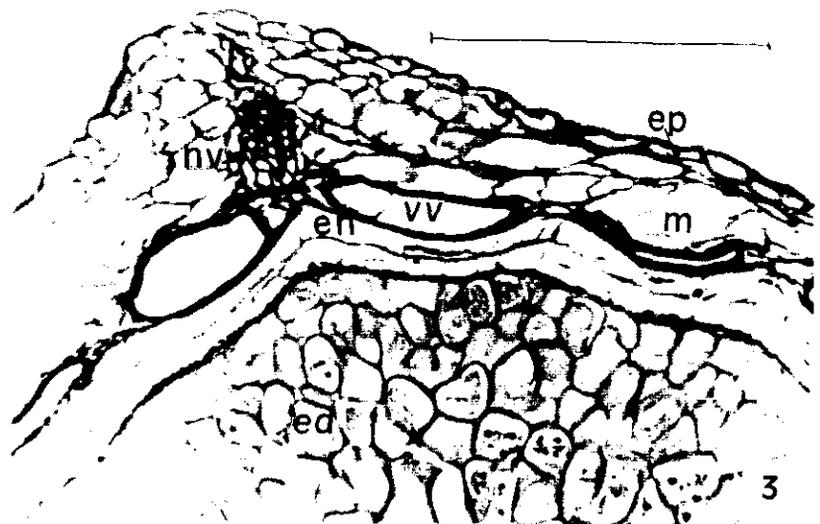
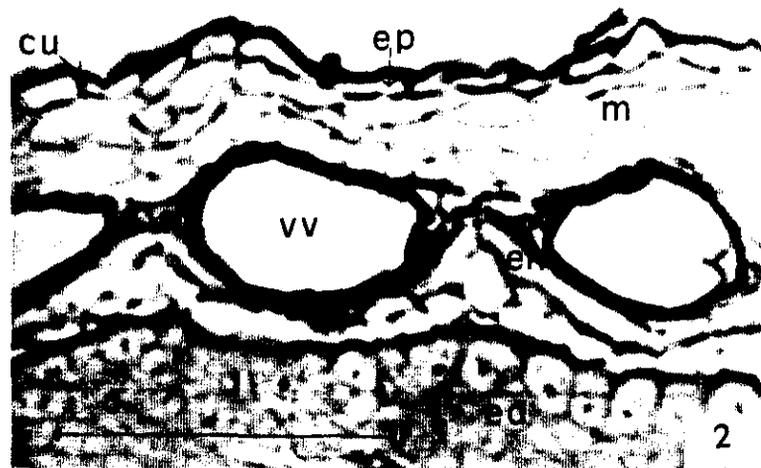
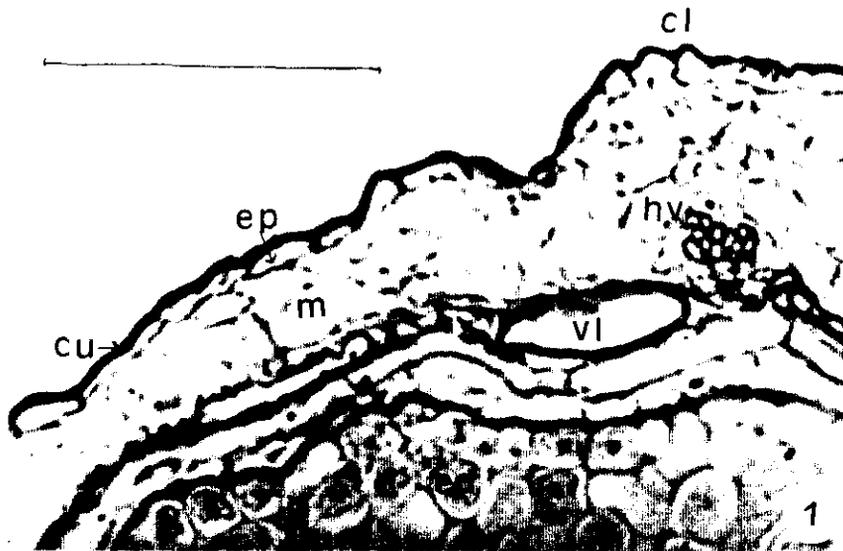
Esquizocarpo de (2,5-) 3-4 (-5) x 1,5-3 mm, ovoideo, oblongo, glabro y un poco rugoso, de color marrón rojizo, levemente aromático y comprimido lateralmente. Mericarpos con 5 costillas principales, blauecinas, algo más prominentes que en P. gracilis, finas y sin alas ni costillas secundarias (Láms. 7-8).

Estilos glabros y divaricado-reflexos al alcanzar la fecundación; se desprenden con la maduración del fruto, que por consiguiente carece de pico.

El epicarpo es una capa continua en todo el contorno del mericarpo, salvo en la comisura. Sus células de sección rectangular, tangencialmente alargadas, con contorno irregular, presentan la pared externa más convexa y protegida por una gruesa cutícula, mientras que las laterales son verticales (Lám. 62).

Mesocarpo constituído por células parenquimáticas,

## P. major (L.) Huds.



Secciones transversales de un mericarpo mostrando:

1) Una costilla lateral, observese la gruesa cutícula del epicarpo.

2) Vitas valedulares situadas en el mesocarpo.

3) Haz vascular de sección oval; endocarpo con grandes células tabulares.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

irregulares, grandes, tangencialmente alargadas, pared algo lignificada, con meatos aeríferos entre sus células (Lám. 62). Existen 2-3 capas de células encima de las vitas y 3-4 sobre los haces conductores (Lám. 62, figs. 2-3); en el fruto totalmente maduro las células parenquimáticas situadas entre las vitas y el endocarpo se destruyen casi totalmente.

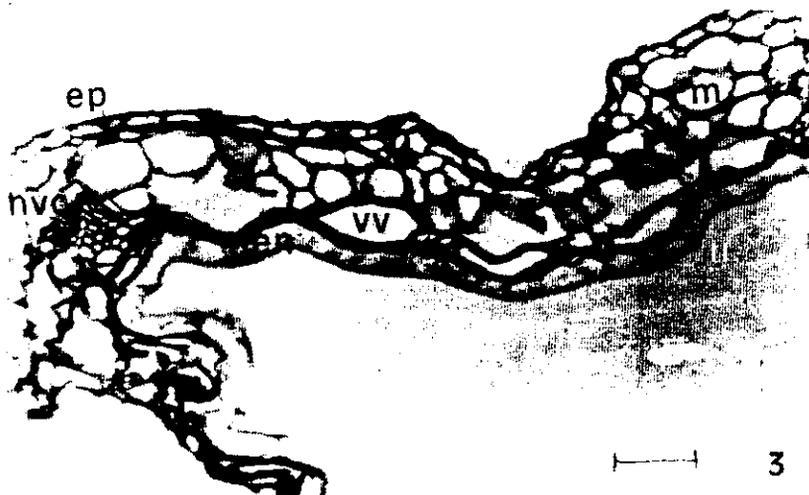
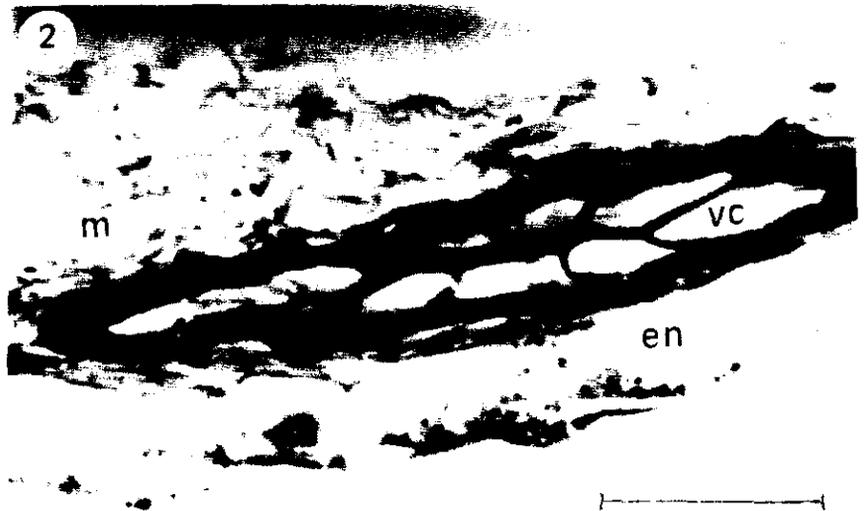
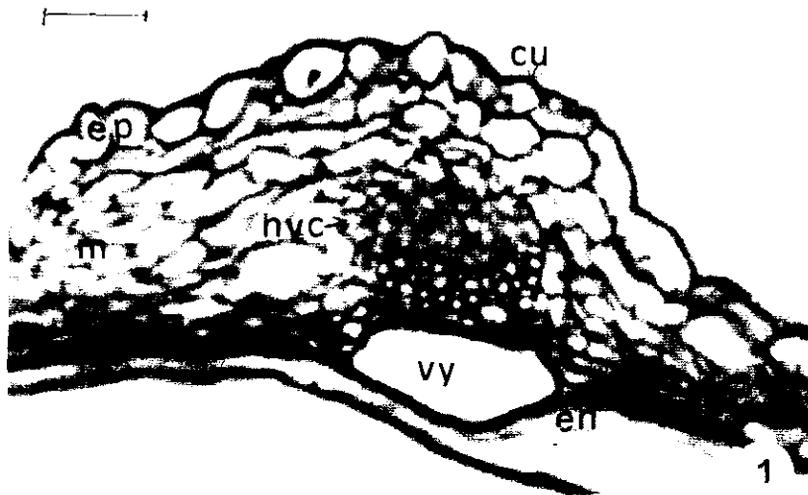
El canal secretor correspondiente a la costilla dorsal es el que con más frecuencia existe, pero a veces también puede presentarse en las costillas laterales, e incluso sólo en éstas, en cambio suele faltar en las comisurales que por otra parte son las costillas más desarrolladas.

Los haces vasculares de sección circular están bien manifiestos (Lám. 62, figs. 1 y 3), presentan abundante floema formado por células pequeñas, y el xilema situado hacia el interior está bien desarrollado y rodeado de células de parénquima lignificado; a veces, se escinden en dos grupos los situados en las costillas comisurales.

El número de vitas puede ascender a 26, siendo de ellas 6 comisurales, aunque en algunos frutos su número no es tan elevado.

La mayoría de las vitas son valeculares (Lám. 63, fig.

## P. major (L.) Huds.



Secciones transversales de un mericarpo mostrando:  
 1) Una costilla comisural con una vita intrayugal.  
 2) Vita comisural con sustancias de secreción.  
 3) Pericarpo de un mesocarpo abortado, donde se puede observar el epicarpo, mesocarpo, endocarpo, vitas y haz vascular comisural.

Escala gráfica = 25  $\mu$ m .

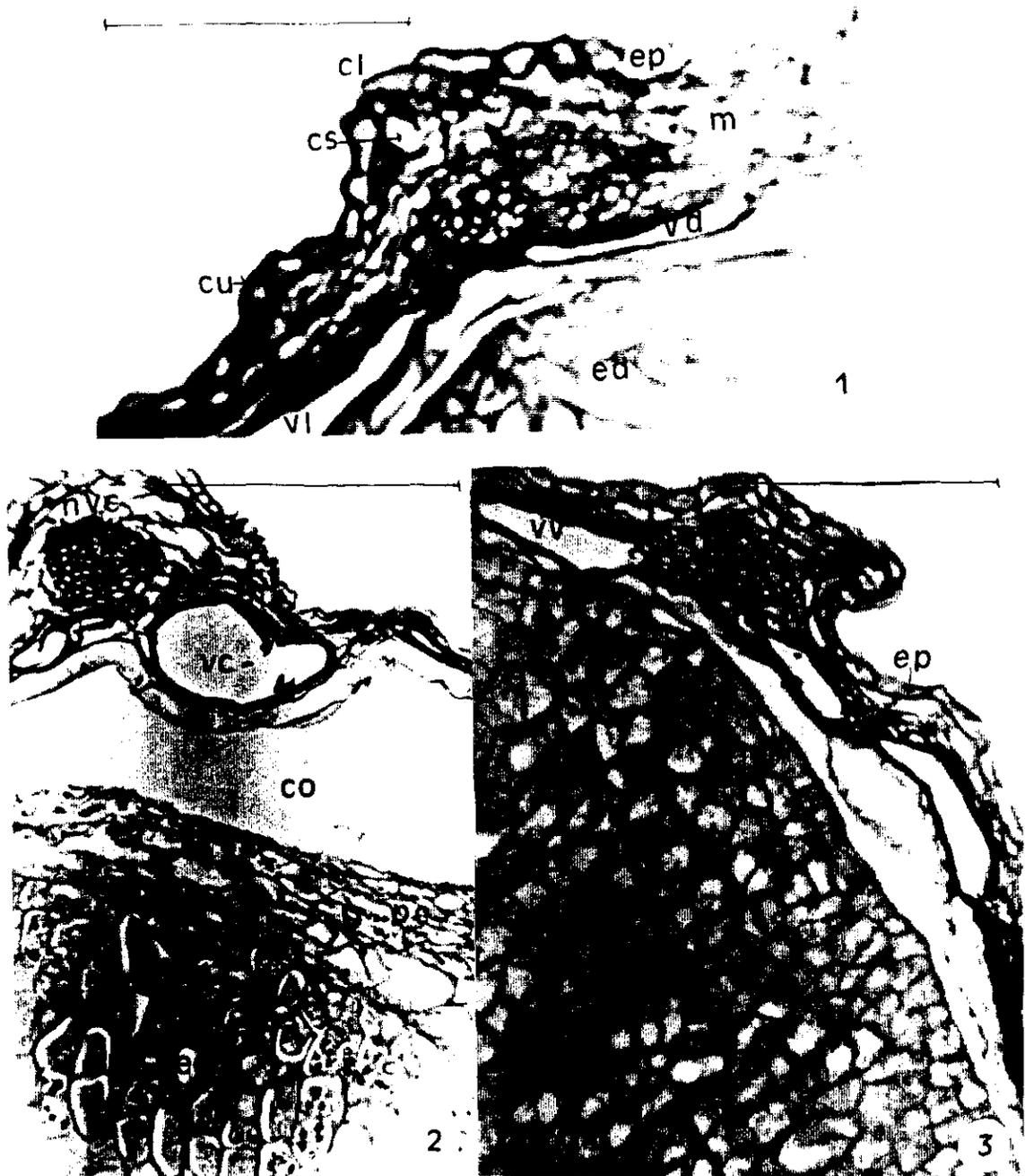
3) pero no es común encontrar algunas intrayugales (Lám. 63, fig. 1). Su sección transversal es elíptica con el eje mayor de la elipse paralelo al endocarpo; su tamaño es muy variable, no siendo raro encontrar algunas en proceso de escisión. Generalmente en los cortes aparecen vacías, aunque en ocasiones pueden contener restos de los productos secretados (Lám. 63, fig, 2). A veces, se observan bien las células que las limitan, pero esto no siempre es factible.

El endocarpo está integrado por una capa de células parenquimáticas, irregulares, tangencialmente alargadas y de pared celulósica, recubre la semilla menos en la parte de la zona comisural, donde deja hacia el interior el coelum del mericarpo y el parénquima comisural (Lám. 64, fig. 2). Se separa de la testa cuando la semilla alcanza la total madurez, quedando ésta libre.

Situado en la zona comisural entre el coelum mericarpico y la testa se localiza el parénquima comisural, con células parenquimáticas de pared celulósica, isodiamétricas, de tamaño variable, siendo las mayores las más internas.

En la zona central externa del parénquima comisural, en los cortes pertinentes, aparece la rafe, que contiene entre

*p. major* (L.) Huds.



Secciones transversales de un mericarpo maduro mostrando:  
 1) Una costilla lateral con escaso desarrollo del mesocarpo.  
 2) Parénquima comisural y coelum del mericarpo.  
 3) Haz vascular con dos grupos de células muy lignificadas.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

sus células parenquimáticas un haz conductor.

Comisura plana, fruto ortospermo, unión comisural grande (Lám. 65, fig. 1).

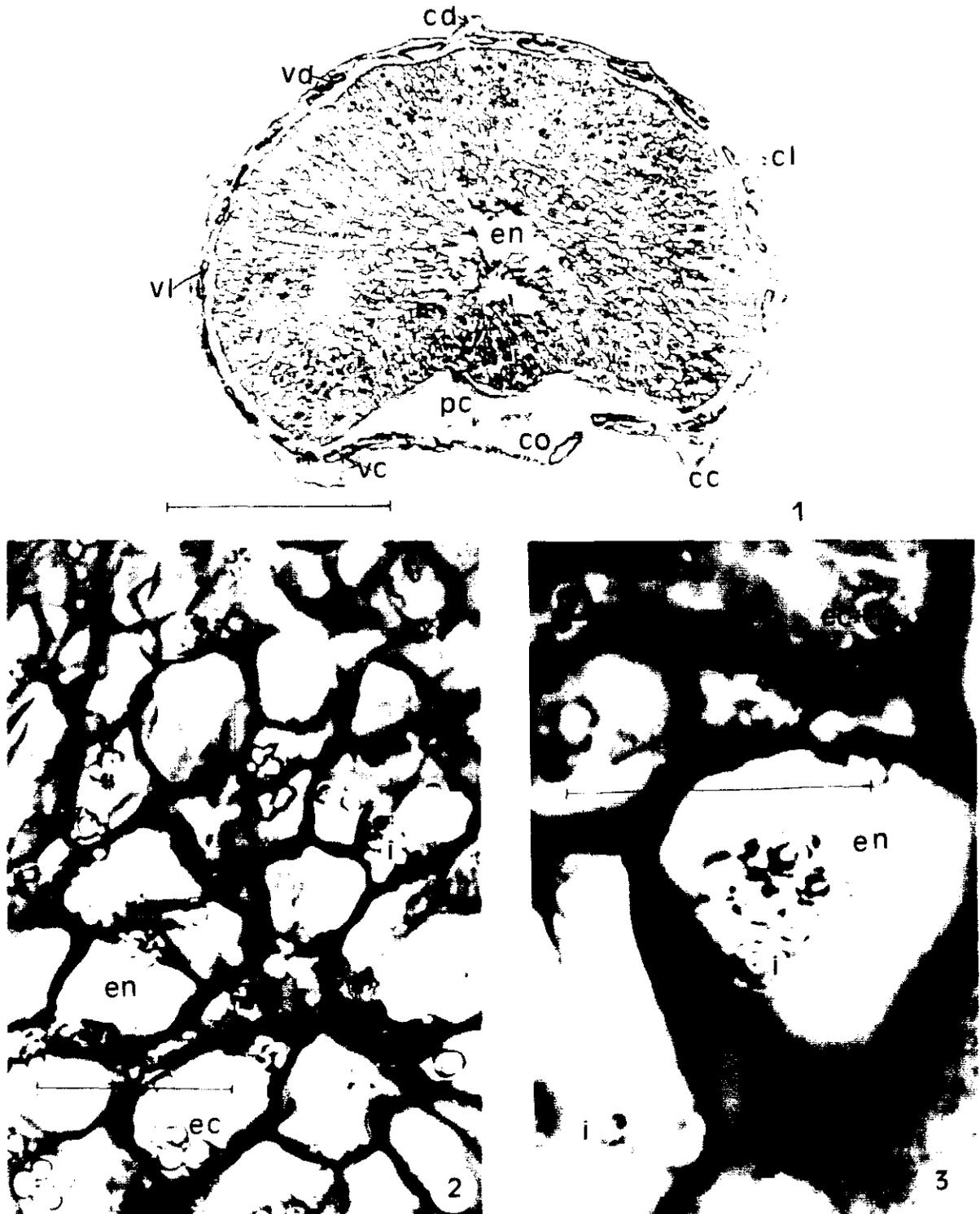
Endosperma abundante, constituido por numerosas células parenquimáticas, irregulares de paredes rectas, celulósicas, con gran número de inclusiones (Lám. 65, figs. 2-3), las centrales adquieren una disposición radiada (Lám. 64, figs. 2-3) y dejan entre ellas meatos.

Carpóforo filiforme, bífido, interno y libre, compuesto por tejido parenquimatoso, que encierra en su interior 4 haces vasculares, los cuales se separan para ir 2 a cada una de sus ramas.

PIMPINELLA PROCUMBENS (BOISS.) PAU

Fruto de 2-2,5 x 1,5-2 mm, subgloboso-ovoideo, de color marrón rojizo, más comprimido lateralmente que en los restantes táxones (Lám. 66, fig. 3). Mericarpo con 5 costillas primarias apenas prominentes, de ellas las dos comisurales son algo más desarrolladas, sin alas y sin costillas secundarias (Lám. 10, figs. 2-4). No es rara la existencia en el cremocarpo de un mericarpo abortado,

## P. major (L.) Huds.



Secciones transversales, mostrando:

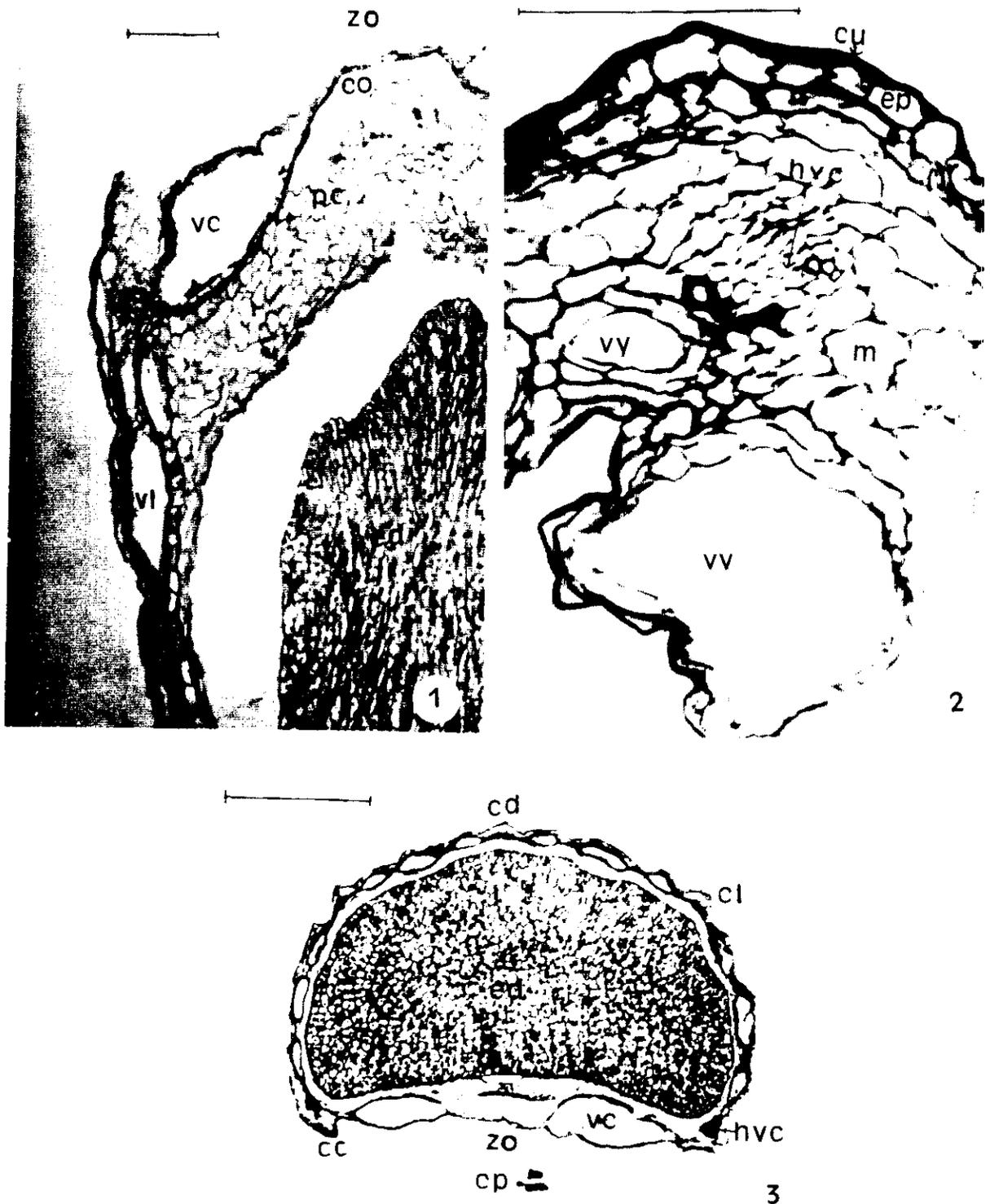
1.- Un mericarpo maduro.

2.- Endosperma con abundantes inclusiones.

3.- Ampliación de una célula con inclusiones.

Escala gráfica: fig.1 = 500  $\mu$ m; fig.2 = 50  $\mu$ m;

fig.3 = 25  $\mu$ m.

*P. procumbens* (Boiss.) Pau

Secciones transversales de un monocarpo maduro, mostrando:  
 Fig.1, corte apical en el que puede verse la zona comisural izq. con el coelum del mericarpo y el parénquima comisural.  
 Fig.2, costilla comisural con haz vascular más o menos oval.  
 Fig.3, mericarpo (ortospermo), en su zona ecuatorial con ambas ramas del carpóforo y las costillas poco prominentes.  
 Escala gráfica: fig.1 = 100  $\mu$ m; fig.2 = 50  $\mu$ m; fig.3 = 500  $\mu$ m.

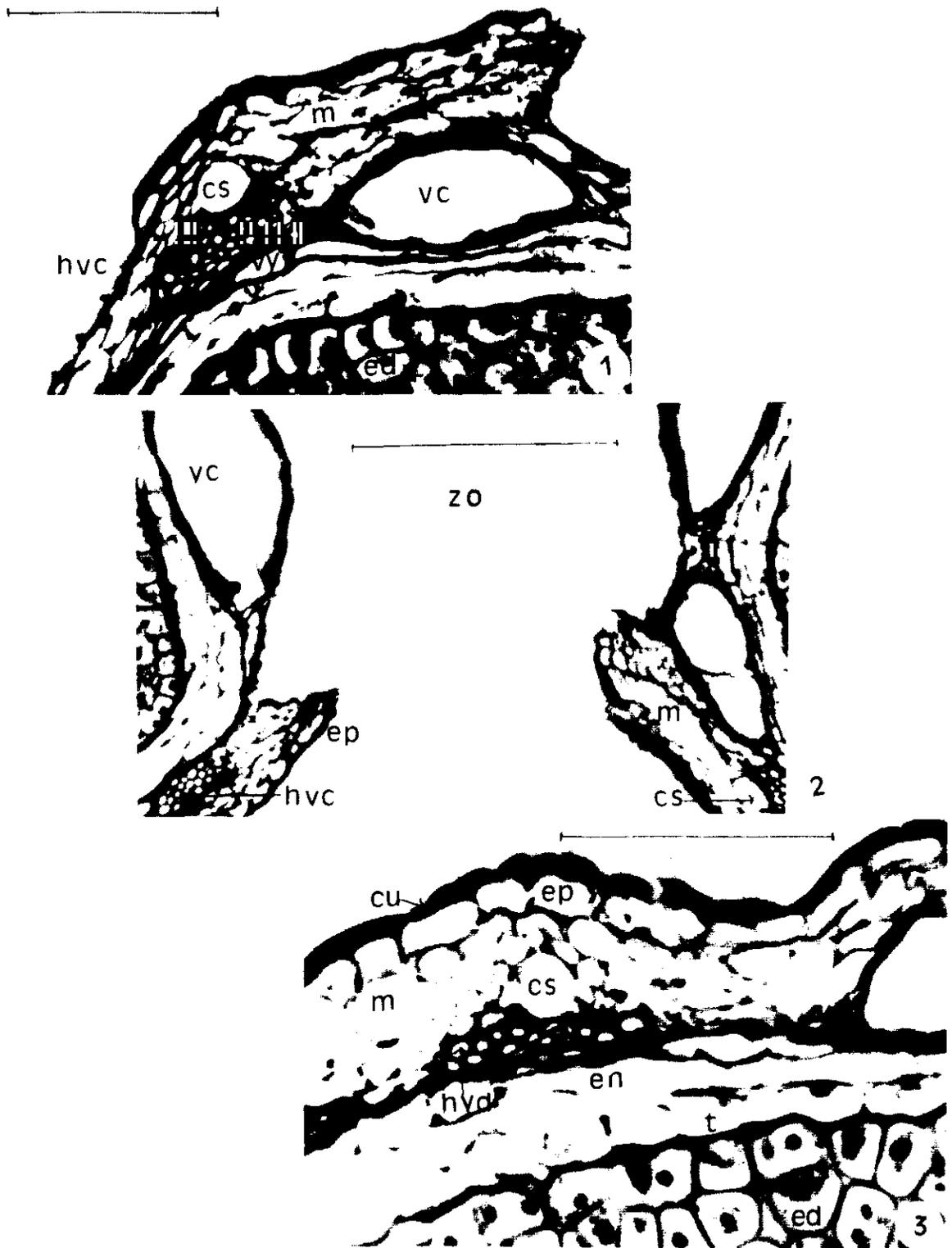
mientras que el otro tiene un desarrollo normal.

El esquizocarpo tiene semejanza con el de P. gracilis, aunque las costillas están algo más desarrolladas, recuérdese, que estas dos especies fueron incluidas por Boissier en el género Reutera, y son las que tienen el fruto más comprimido lateralmente.

Los estilos que son perpendiculares en la flor (Lám. 10, fig. 1), se transforman en divaricados-reflexos en la fecundación y se desprenden al madurar el fruto, que carece de pico.

El epicarpo es una capa única de células epidérmicas, recubiertas por una gruesa cutícula que protege al fruto (Lám. 66, fig. 2 y Lám. 67, fig. 3), las células son de sección rectangular, tangencialmente alargadas, contorno irregular, tamaño variable y paredes laterales verticales; sin tricomas ni ningún tipo de indumento.

A continuación está el mesocarpo compuesto de varias capas de células parenquimáticas, irregulares, grandes, con pared celulósica, que se aplanan tangencialmente en las valéculas y algo isodiamétricas, con las paredes celulares onduladas y abundantes meatos aeríferos, en las costillas

*P. procumbens* (Boiss.) Pau

Secciones transversales de un monocarpo maduro, mostrando:

- 1) Una costilla comisural con el haz vascular en contacto con un canal secretor, en su parte superior, y con una vena intraaxilar en la región inferior.
- 2) Zona comisural del lado derecho de un cremocarp, donde se observa el final del epicarpo.
- 3) Costilla dorsal con gruesa cutícula y un haz vascular más o menos oval.

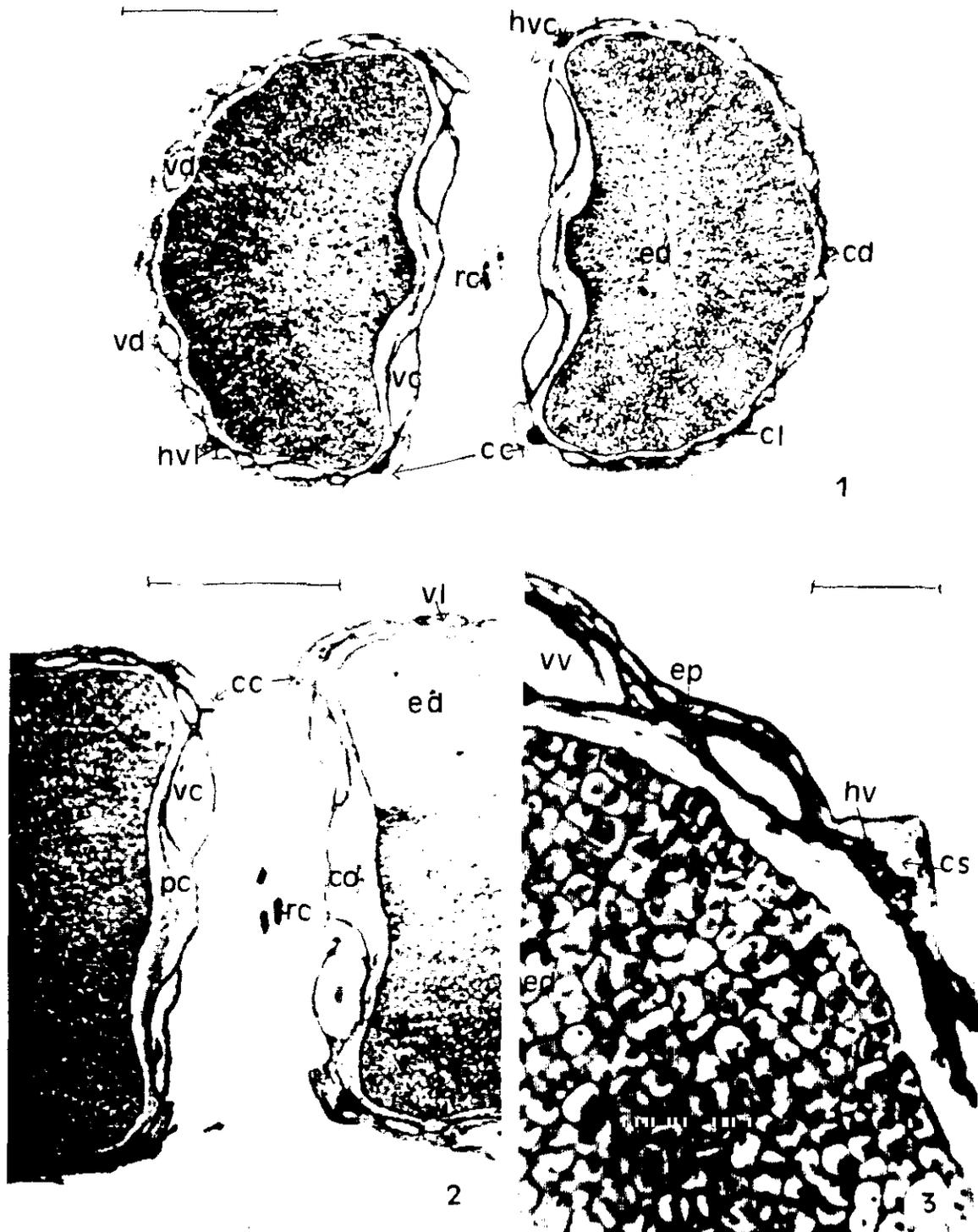
Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

comisurales (Lám. 66, fig. 2).

Se hallan 2-3 capas de células mesocárpicas sobre las vitas y de 3-4 en los haces vasculares de las costillas comisurales. Debajo de las vitas y de los haces liberoleñosos sólo se contabiliza 0-1 capa. Al llegar a la completa madurez del fruto se destruye más o menos el parénquima mesocárpico, llegando incluso a desaparecer entre las vitas vasculares y el endocarpo (Lám. 68, fig. 3).

Los canales secretores son de sección circular, grandes, alcanzando el de la costilla dorsal el mayor tamaño, están limitados por (5-) 6 (-8) células secretoras, rectangulares y un poco alargadas tangencialmente. En ocasiones pueden encontrarse 5 canales, uno en cada costilla, pero no es extraño que falte alguno, e incluso todos en ciertos frutos. Es característico de este taxon el hecho de que los canales secretores están en contacto directo con los vasos, sin que medie entre ellos parénquima mesocárpico (Lám. 67, figs. 1 y 3).

Las secciones de los haces liberoleñosos de las costillas laterales y dorsal son tangencialmente alargadas (Lám. 67, fig. 3), mientras que en las costillas comisurales son subcirculares; abundan en ellos el xilema y células de

*P. procumbens* (Boiss.) Pau

Secciones transversales de:

- 1) Un cremocarpio mostrando un mericarpo con tres vitas comisurales y el otro con dos.
- 2) Zona comisural del cremocarpio de la fotografía n° 1 en un corte más ecuatorial, observese como ha variado la forma del endosperma (ortosperma).
- 3) Costilla con canal secretor unido al haz libero-leñoso.

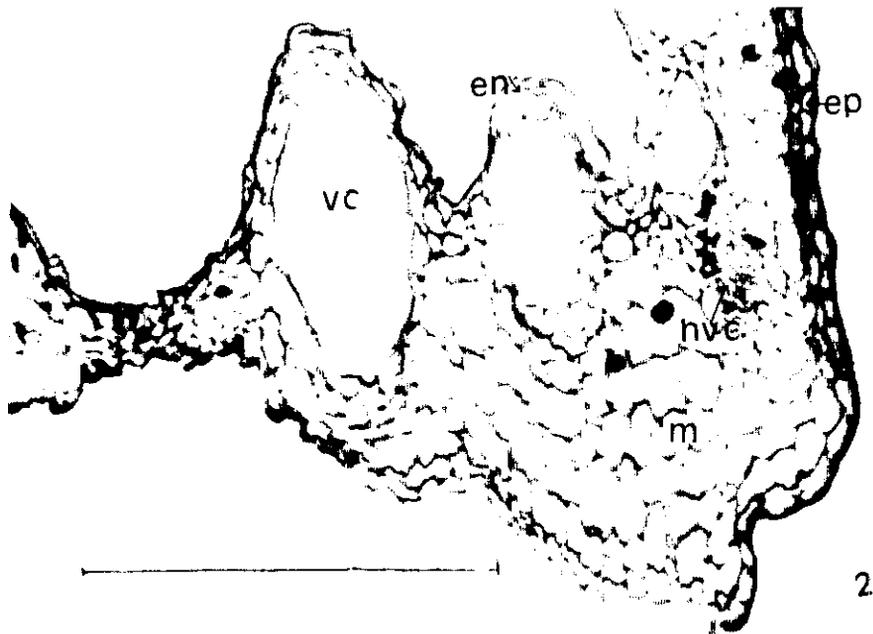
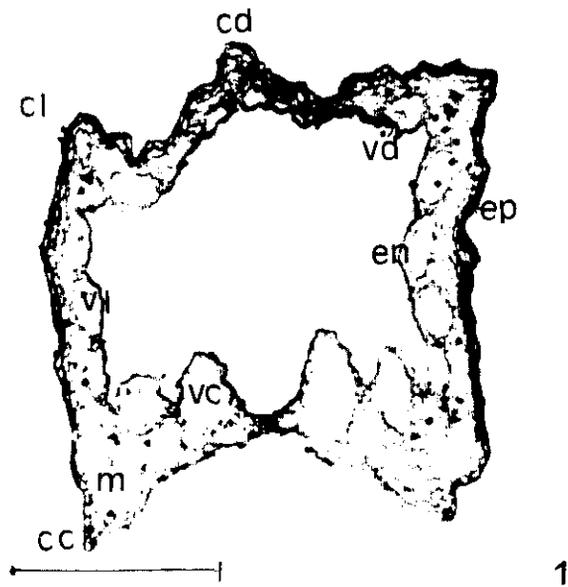
Escala gráfica: figs. 1 y 2 = 500  $\mu$ m; fig. 3 = 100  $\mu$ m.

esclerénquima, el floema no se aprecia en la costilla dorsal, en cambio suele destacarse bien en las costillas comisurales. En ocasiones aparece en íntimo contacto con ellos una vita intrayugal (Lám. 66, fig. 2) en las costillas comisurales, si bien, en estos casos falta el canal secretor.

Al comenzar a seccionar el fruto por el estilopodio se visualizan todos los vasos juntos, pero en cortes sucesivos adquieren forma semilunar, después se van separando para constituir los 5 haces, que dejan en el centro una oquedad; entre los haces aparecen primero 4 vitas y luego a medida que los haces se separan se forman las costillas.

La posición de las vitas no se mantiene constante y su número oscila en total de 14-18, de ellas corresponden de 2-4 a la zona comisural (Lám. 69), a veces, aparecen en el mismo mericarpo 2 vitas comisurales en un lado y 1 en el otro (Lám. 68, figs. 1-2). Las vitas de mayor tamaño son las que ocupan la zona central de la comisura, mientras que las situadas a ambos lados de las diversas costillas suelen ser las menos desarrolladas. Su forma es sublenticular.

El endocarpo es una capa de células parenquimáticas, rectangulares, muy alargadas, con pared celulósica. En la

*P. procumbens* (Boiss.) Pau

Secciones transversales de un monocarpo, mostrando:  
 1) Un mericarpo abortado en el que se observan bien cuatro  
 vitas comisurales.  
 2) Detalle de la fotografía nº 1, lado derecho de la zona  
 comisural, con la vita central más desarrollada.  
 Escala gráfica = 500  $\mu$ m.

zona comisural se separa de la semilla, dejando hacia el interior el parénquima comisural (Lám. 66, fig. 1).

El parénquima comisural presenta células subisodiamétricas con paredes sinuosas y pequeños meatos entre ellas.

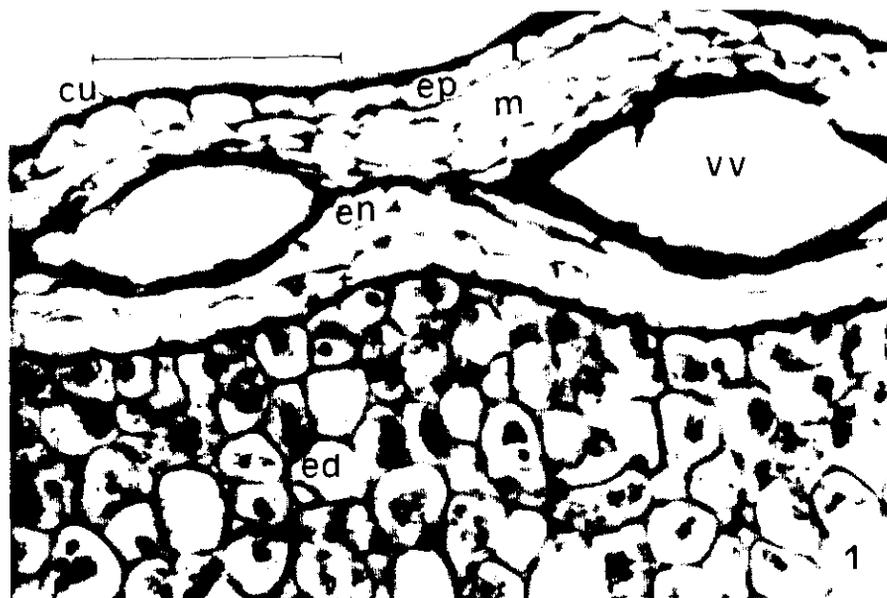
El endosperma está compuesto por numerosas células parenquimatosas con pared celulósica, que dejan entre las esquinas redondeadas gran número de meatos aeríferos. En su interior sus células presentan abundantes fenocristales e inclusiones (Lám. 70, figs. 2-3).

Comisura plana, fruto ortospermo (Lám. 68, figs. 1-2) y unión comisural grande.

El carpóforo es interno, filiforme, libre, bífido y tiene sus ramas recorridas longitudinalmente por dos haces vasculares.

#### PIMPINELLA SAXIFRAGA L.

Fruto de 2-2,5 x 1,5-2 mm, ovoideo o subgloboso con la base subcordada, marrón, lampiño, algo rugoso y comprimido lateralmente (Lám. 13). Mericarpos con 5 costillas

*P. procumbens* (Boiss.) Pau

Secciones transversales de un mericarpo maduro mostrando:  
 1) El epicarpo con gruesa cutícula y el mesocarpo con dos grandes vitas vasculares.

2) Endosperma con distintas clases de inclusiones.

3) Detalle de una célula del endosperma con siete inclusiones.

Escala gráfica: fig.1 = 100  $\mu$ m; fig.2 = 50  $\mu$ m; fig.3 = 25  $\mu$ m.

filiformes, de ellas las comisurales con mayor desarrollo.

Los estilos con la fecundación se transforman en divaricado-reflexos y al llegar la maduración se desprenden; cremocarpo sin pico.

El epicarpo forma una capa continua salvo en la comisura de células epidérmicas con sección rectangular, tangencialmente alargadas en la dirección del contorno del pericarpo, con paredes laterales verticales, tamaño variable y protegido por una gruesa cutícula (Lám. 71, fig. 2). No se observan tricomas ni ningún tipo de indumento.

Mesocarpo constituido por varias capas de células parenquimáticas, irregulares, grandes, aplanadas, tangencialmente alargadas, de pared celulósica, que dejan entre ellas meatos. Estas células aparecen considerablemente deformadas en el fruto maduro.

Canales secretores escasos, en ocasiones 1-2 en las costillas laterales, con ausencia total en algunos frutos.

Haces vasculares de sección subcircular, vasos leñosos bien manifiestos, rodeados de células esclerenquimáticas. El número de capas del mesocarpo que separan los haces del

## P. saxifraga L.



Secciones transversales de: La parte apical de un cremocarpo mostrando los dos mericarpos fértiles (Fig.1.). Lado dcho. de la zona comisural de un monocarpio maduro donde se observa la terminación del epicarpo (Fig. 2).

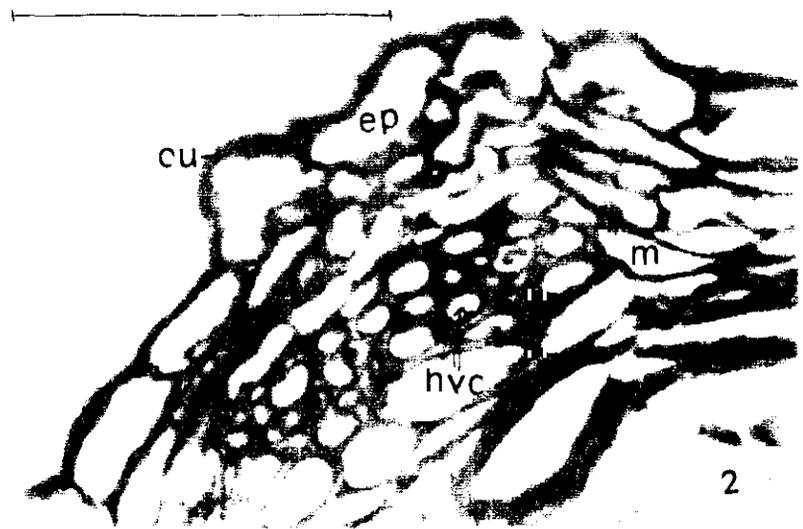
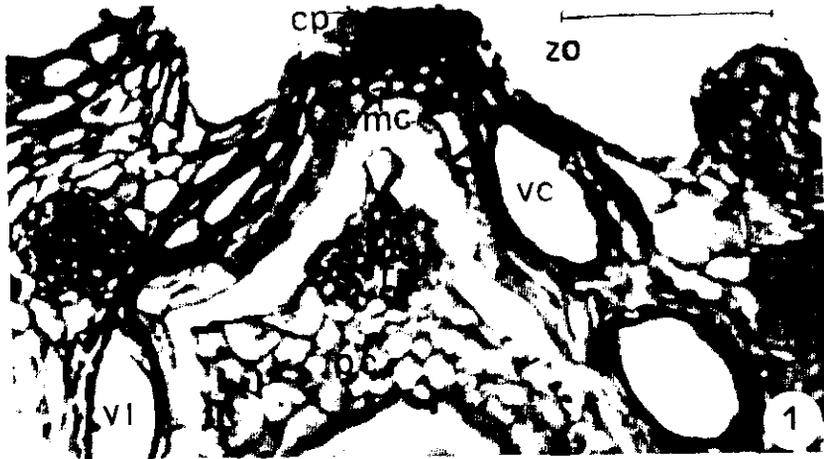
Escala gráfica: Fig. 1 = 500  $\mu$ m; fig. 2 = 100  $\mu$ m.

endocarpo es generalmente de 1-2 y 3-4 del epicarpo, lo que pone de manifiesto la escasa prominencia de las costillas (Lám. 72, fig. 2).

La totalidad de vitas se eleva hasta 15, de ellas 2, más grandes son comisurales y el resto valeculares. Están separadas del epicarpo por 1-2 capas de parénquima mesocárpico. La sección transversal de las vitas es elíptica con el eje mayor de la elipse paralelo al endocarpo. En ocasiones se observan anastomosis entre las mismas (Lám. 72, figs. 1 y 3).

El endocarpo forma una capa casi continua de células muy alargadas tangencialmente, con paredes celulósicas que se separan de la testa para dejar el parénquima comisural hacia el interior (Lám. 72, fig. 1). Este está constituido por varias capas de células parenquimáticas, 4-6, con paredes celulósicas que dejan entre ellas algunos meatos; a veces, presenta granos de aleurona, aunque en menor proporción que el endosperma.

Recubriendo la semilla se encuentra el episperma; cuando aquella está madura, éste se reduce sólo a la epidermis externa tegumentaria, la testa (FAHN, 1978:585).

*P. saxifraga* L.

Secciones transversales de un mericarpo mostrando:

- 1) La zona comisural, observese el mesocarpo comisural y el carpóforo.
- 2) Costilla comisural con gruesa cutícula y haz vascular más o menos oval.
- 3) veta con anastomosis.

Escala gráfica: figs. 1 y 2 = 100  $\mu$ m; fig. 3 = 500  $\mu$ m.

El endosperma es muy voluminoso, está integrado por células parenquimáticas, irregulares, poliédricas, limitadas por 4-5 lados, con pared celulósica, conteniendo algunas inclusiones. En su interior se aloja el embrión con sus 2 cotiledones.

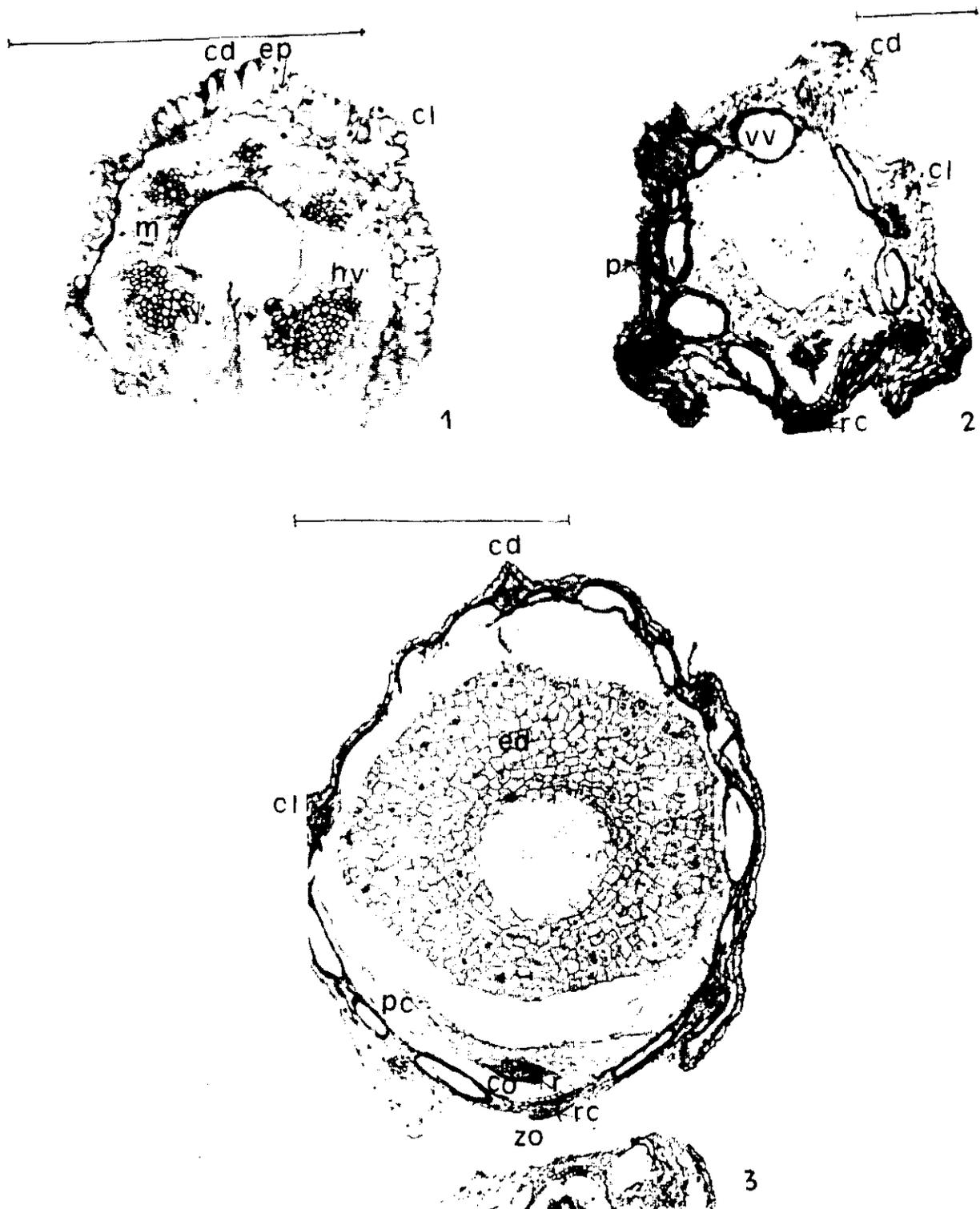
El coelum del mericarpo se observa con facilidad (Lám. 73, fig. 3), por ser el espacio vacío que queda en la región ecuatorial del fruto, limitado en su parte interna por el parénquima comisural y en la externa por el mesocarpo comisural, en su zona central y lateralmente por el endocarpo.

La rafe se visualiza al seccionar la parte superior del fruto, unos cortes antes de aparecer los cotiledones y se destaca bien por teñirse su haz conductor con la safranina (Lám. 72, fig. 1).

Comisura plana, fruto ortospermo, con la unión comisural desarrollada (Lám. 71, fig. 1).

Carpóforo, bífido, interno, libre y filiforme. Aparece en los cortes de la zona superior del fruto, antes de hacerlo los cotiledones del embrión. Cada una de sus ramas contiene dos haces vasculares rodeados de células

## P. saxifraga L.



Secciones transversales de un mericarpo:

- 1) Parte superior del fruto mostrando las células epicarpicas más desarrolladas a nivel de la costilla dorsal.
- 2) Mericarpo con algunos pelos en el epicarpo.
- 3) Monocarpo maduro mostrando el endosperma independiente del fruto; en su zona central las células se están desintegrando para aislar al embrión.

Escala gráfica: figs. 1 y 3 = 500  $\mu$ m; fig. 2 = 250  $\mu$ m.

parenquimáticas lignificadas (Lám. 73, figs. 2-3).

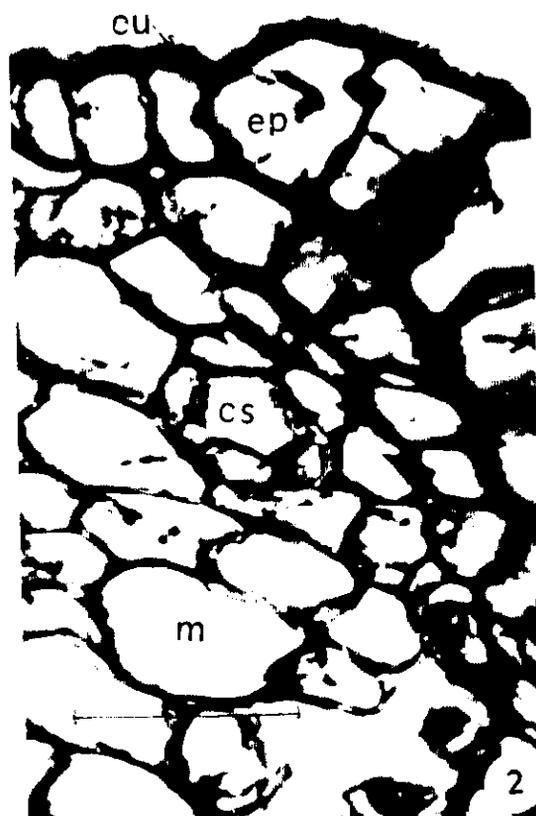
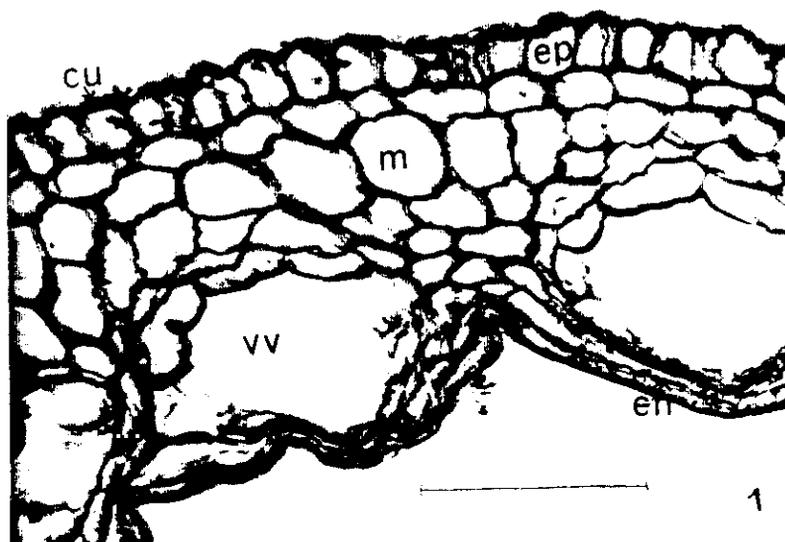
PIMPINELLA SIIFOLIA LER.

Esquizocarpo de (4-) 5 (-6) x 2-3 mm, oblongo-ovoideo, lampiño, de color marrón y comprimido lateralmente. Mericarpos con costillas primarias blanquecinas, prominentes, un poco aladas y de ellas la más desarrollada la dorsal, las secundarias faltan (Lám. 16).

Estilos paralelos y verticales antes de la fecundación, después de ésta divaricado-recurvados, al madurar el fruto se desprenden, por ello, carece éste de pico (Lám. 14, fig. 3 y Lám. 15).

Epicarpo. Capa continua, salvo en la comisura, con células epidérmicas irregulares, un poco más altas que anchas en los ápices de las costillas, paredes laterales verticales, cara externa convexa y recubierta por una gruesa cutícula, levemente ondulada, sin tricomas (Lám. 74, figs. 1-2).

Mesocarpo constituido por varias capas de células parenquimáticas, aplanadas, tangencialmente alargadas, especialmente en la primera capa, haciéndose mayores, más

*P. siifolia* Ler.

Secciones transversales de un mericarpo maduro mostrando:  
 1) El mesocarpo con vitas vauculares.  
 2) Costilla con canal secretor separado del haz vascular y cutícula gruesa.

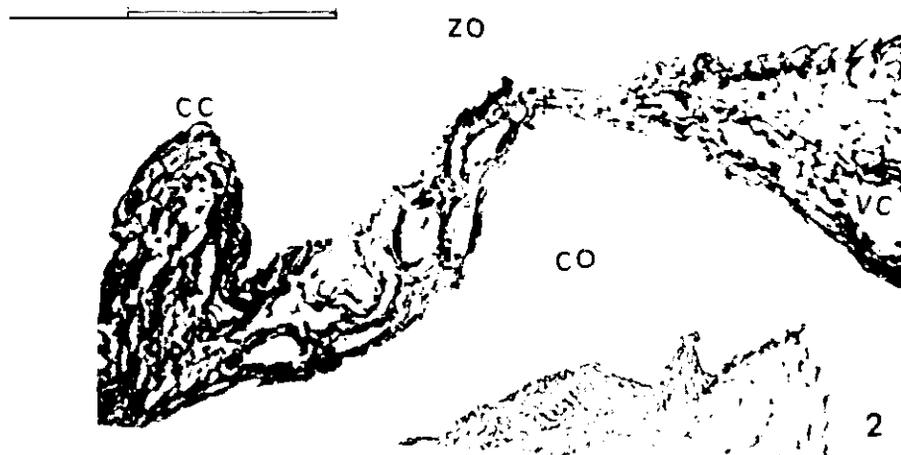
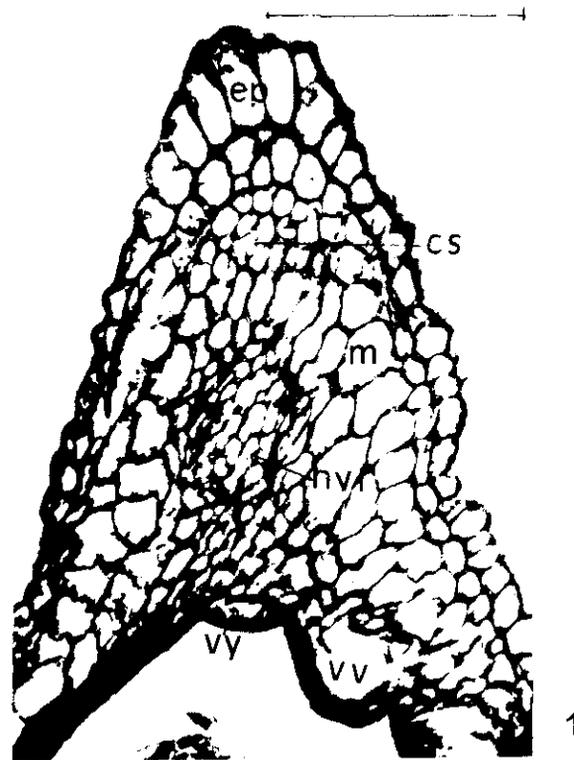
Escala gráfica: fig.1 = 500  $\mu$ m; fig.2 = 50  $\mu$ m.

irregulares y poliédricas en las sucesivas capas, fundamentalmente en las costillas. Sus paredes están algo lignificadas (Lám. 74, fig. 1 y Lám. 75, fig. 1).

Los canales secretores lo más frecuente es encontrarlos en todas las costillas, pero a veces, desaparecen, no siendo constantes en el mismo fruto. Existen 2 capas de parénquima mesocárpico que los separan del epicarpo y de 2-3 capas de dicho parénquima, que los aíslan de los haces conductores. El número de células epiteliales que los constituyen suele oscilar de 4-7 (Lám. 74, fig. 2).

Los haces vasculares son de sección circular; separados por 4-5 capas de parénquima mesocárpico del epicarpo, y 3-4 capas del citado parénquima del endocarpo, lo que determina que las costillas sean grandes. Dentro de los táxones estudiados, en éste alcanzan el mayor tamaño. Contienen vasos helicados y esclerénquima, los vasos del xilema se unen formando pequeños grupos, el floema aparece hacia el exterior y sus células son de menor tamaño (Lám. 75, fig. 1).

Hemos llegado a contabilizar 29 vitas, de ellas 6-9 comisurales, el resto suelen ser valeculares, pero también existen intrayugales, aunque su número no es fijo (Lám. 75,

*P. siifolia* Ler.

Secciones transversales de un mericarpo maduro mostrando:  
 1) Costilla lateral con canal secretor, haz vascular más o menos oval y vita intrayugal.  
 2) Zona comisural con vitas superpuestas y coelum del mericarpo muy desarrollado.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

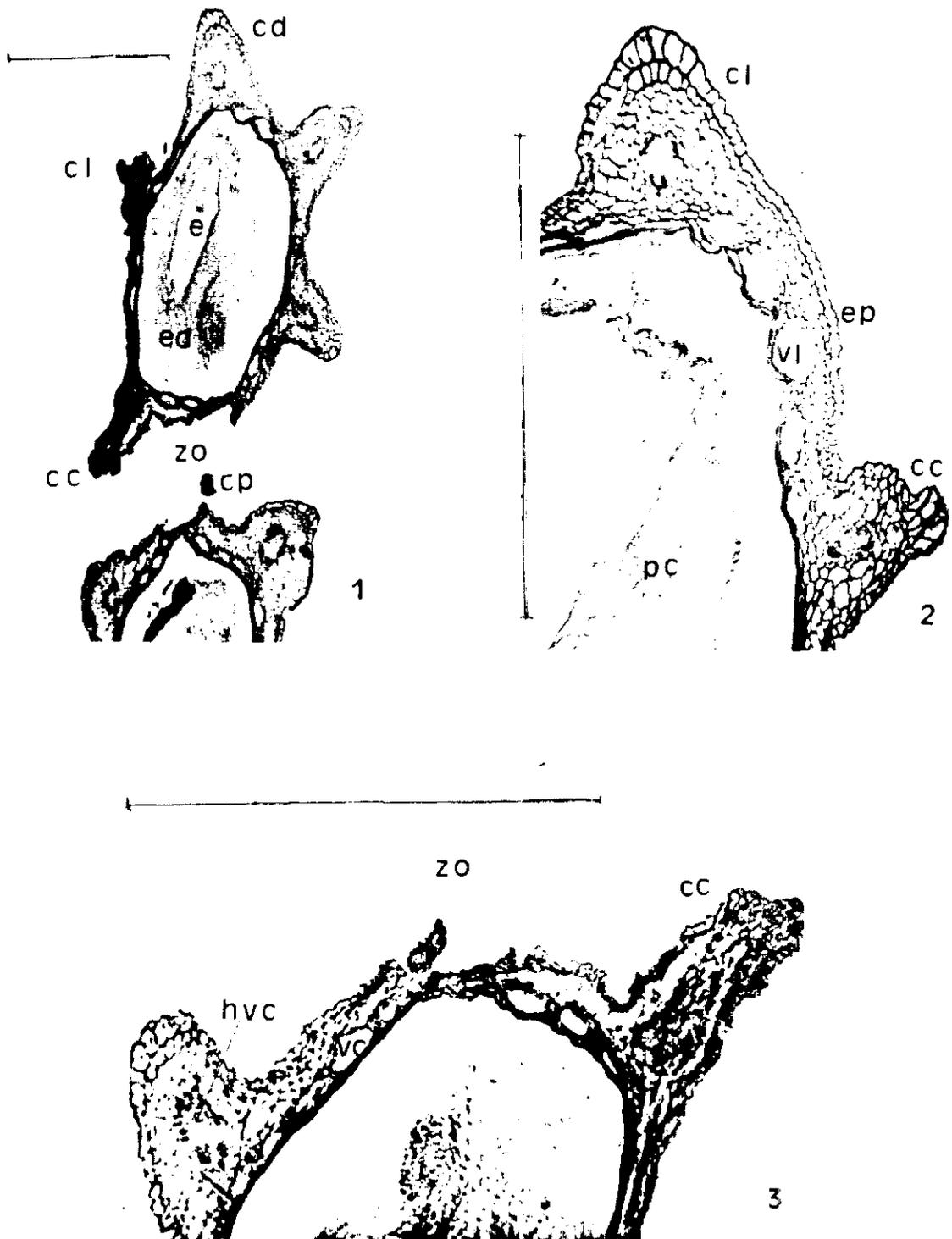
fig. 1). En ocasiones hemos visualizado la superposición de 2 vitas (Lám. 75, fig. 2). Entre las vitas y el epicarpo pueden hallarse de 3-4 capas de células mesocárpicas (Lám. 74, fig. 1), pudiendo destruirse las que se sitúan debajo, hasta desaparecer por completo al madurar el fruto (Lám. 75, fig. 1). La forma de las vitas es lenticular, alargada en dirección paralela al epicarpo.

El endocarpo consta de una capa de células parenquimáticas muy alargadas en sección transversal, con la pared celulósica.

El endosperma lo constituyen abundantes células parenquimáticas con la pared celulósica; en su interior se desarrolla el embrión (Lám. 76, fig. 1).

Comisura plana, fruto ortospermo, con la unión comisural desarrollada (Lám. 76, figs. 1 y 3).

El carpóforo, filiforme, bífido, libre e interno, contiene en cada una de sus ramas 2 haces vasculares, rodeados de células parenquimáticas lignificadas.

*P. siifolia* Ler.

Secciones transversales mostrando:

- 1) Un cremocarpio donde se aprecia el mayor desarrollo de las costillas de este taxon.
- 2) Costillas lateral y comisural, separadas por cinco vitas.
- 3) Zona comisural con haces vasculares más o menos ovales y ocho vitas comisurales.

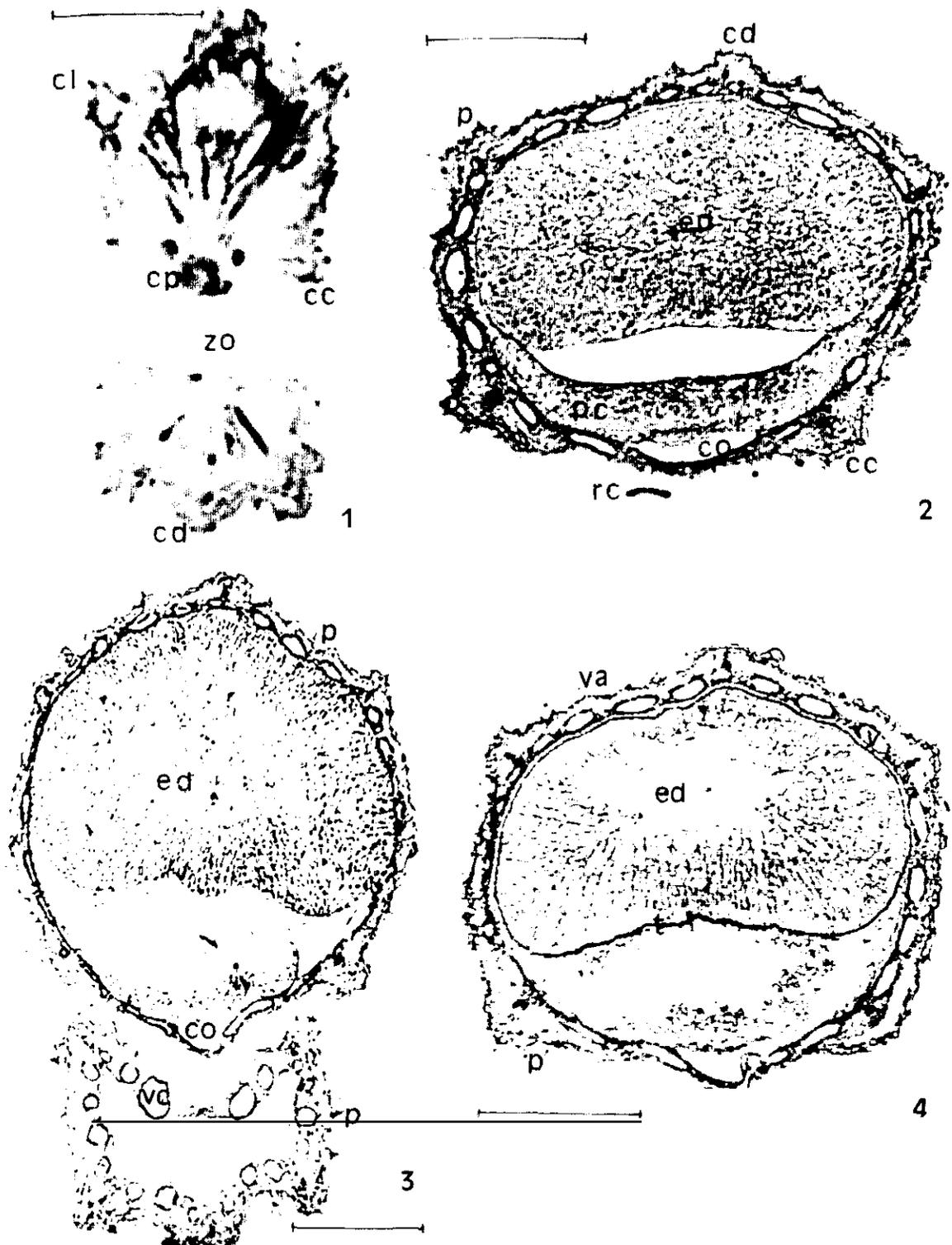
Escala gráfica = 500  $\mu$ m.

PIMPINELLA TRAGIUM VILL.

Fruto de 2-3 x 1,5-2 mm, ovoideo o subgloboso, vellosoceniciento y comprimido lateralmente (Láms. 19-21). Mericarpo con 5 costillas principales y sin secundarias, las 2 comisurales de mayor tamaño y bastante separadas entre ellas; las laterales más cerca de la dorsal que en las otras especies que hemos estudiado; valéculas poco pronunciadas (Lám. 77, fig. 3). No es raro la existencia de un mericarpo abortado, mientras el otro tiene un desarrollo normal (Lám. 77, fig. 3).

Epicarpo. Capa levemente ondulada, de células epidérmicas que rodea el mericarpo salvo en la comisura. Células de contorno irregular con la cara externa convexa, protegida por una gruesa cutícula y abundantes tricomas pluricelulares, con bulbo bien desarrollado; las paredes laterales son verticales (Lám. 78, fig. 2). Excepcionalmente aparece algún estoma en los extremos superior e inferior del fruto.

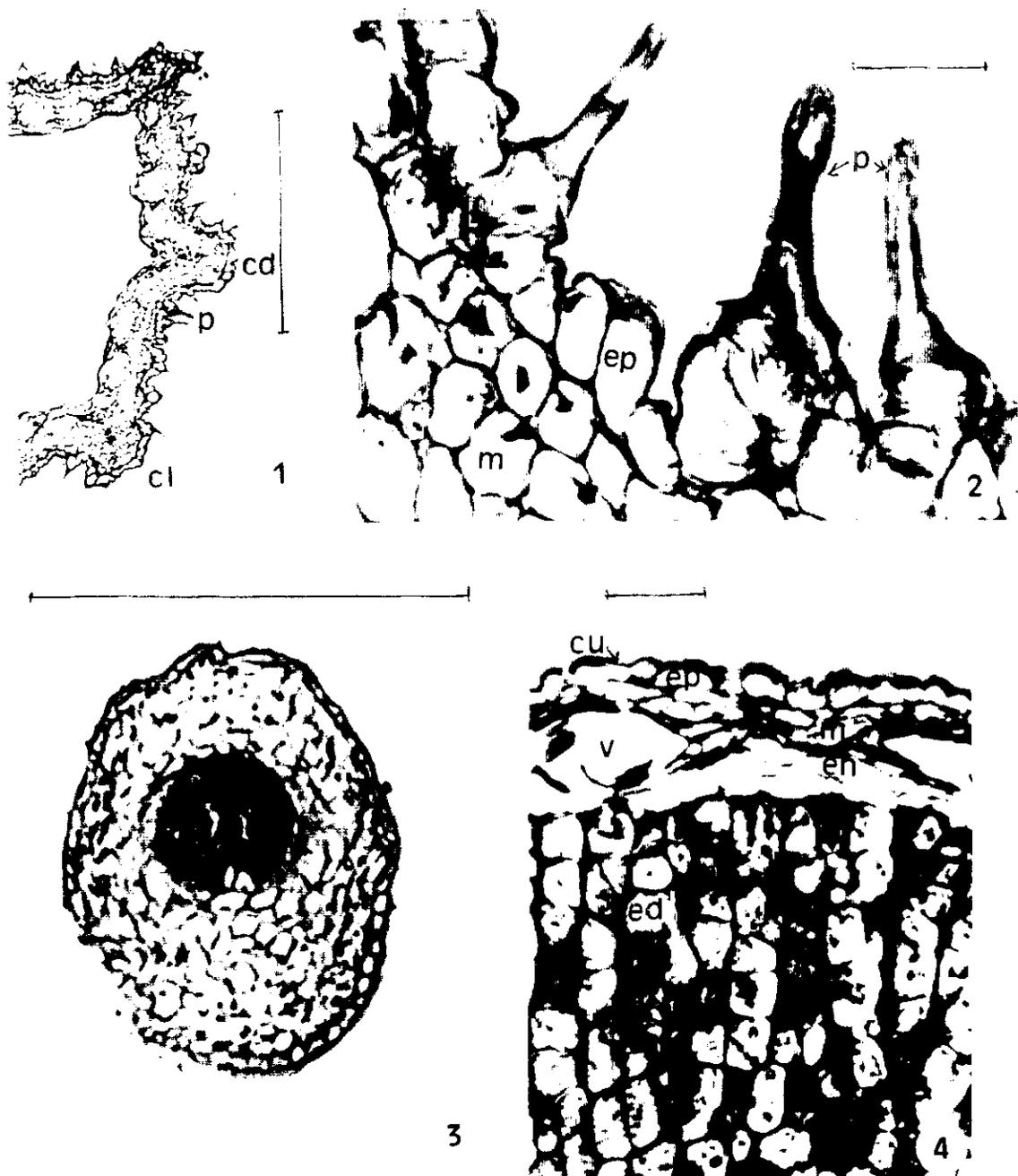
Mesocarpo constituido por varias capas de células parenquimáticas, irregulares, grandes, tangencialmente alargadas, de pared celulósica, con esquinas redondeadas, lo que da lugar a un sistema de meatos aeríferos muy

*P. trragium* Vill.

Secciones transversales de:

- 1) La zona basal de un cremocarpo con el mericarpo superior más desarrollado por haberse fecundado antes.
- 2) Mericarpo (ortospermo) próximo a la zona ecuatorial.
- 3) Esquizocarpo con el monocarpo inferior abortado.
- 4) Mericarpo con el endosperma concavo en la zona comisural.

Escala gráfica = 500  $\mu$ m.

P. tragi<sup>u</sup>m Vill.

Secciones transversales de un mericarpo mostrando:  
 1) La costilla dorsal y las laterales de un monocarpo aborta  
 do.  
 2) Epicarpo con tricomas pluricelulares .  
 3) Parte basal del fruto.  
 4) Endosperma con células orientadas tangencialmente al epi-  
 carpo.

Escala gráfica : figs. 1 y 3 = 500  $\mu$ m; figs. 2 y 4 = 100  $\mu$ m.

desarrollado (Lám. 79, fig. 1).

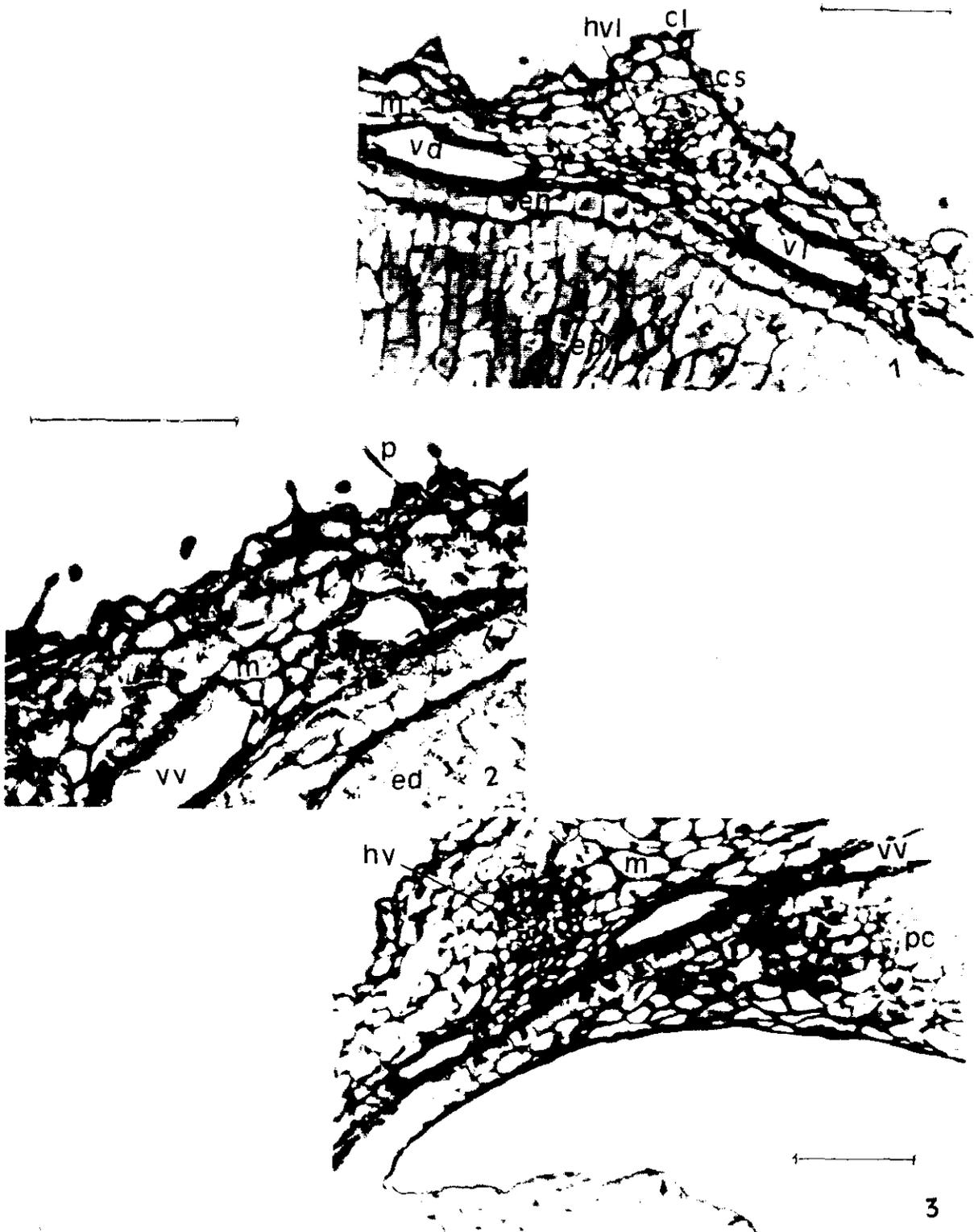
Haces vasculares situados en las costillas, de sección elíptica con 5-7 vasos leñosos en cada haz.

El recuento más elevado de vitas ascendió a 25, de ellas 6 comisurales y el resto vasculares. Las de mayor tamaño son las situadas en el centro de la zona comisural; su sección es elíptica con el eje mayor de la elipse paralelo al endocarpo (Lám. 77, fig. 3). Las capas de parénquima mesocárpico que rodean a las vitas son: 3 en la parte superior, 0-1 en la zona inferior y de 2-3 entre ellas (Lám. 78, fig. 4).

El endocarpo está compuesto por una capa de células parenquimáticas, irregulares, tangencialmente alargada, de pared celulósica; que se separa de la testa en la zona comisural.

La testa rodea el endosperma y es la única capa que queda del episperma en la semilla madura, sus paredes son finas.

Endosperma constituido por numerosas células parenquimáticas de pared celulósica, que en ocasiones toman

*P. tragium* Vill.

Secciones transversales de un mericarpo maduro mostrando:  
 1) Una costilla lateral con un canal secretor.  
 2) Zona vascular con abundantes tricomas y vitas vasculares.  
 3) Haz vascular más o menos oval y parénquima comisural.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

una orientación radial; con frecuencia presenta acúmulos de aleurona.

Comisura plana, fruto ortospermo y unión comisural grande (Lám. 77, figs. 2-4).

Carpóforo bífido, filiforme, libre e interno.

PIMPINELLA VILLOSA SCHOUSB.

Cremocarpo de 2-3 x 1,5-2 mm, subgloboso, ovoideo, densamente vellosa, en todo el epicarpo y comprimido lateralmente. Mericarpos con 5 costillas principales poco perceptible e iguales, sin costillas secundarias y con valéculas poco pronunciadas (Láms. 23-24).

Los estilos al llegar la fecundación crecen y se hacen divaricados-reflexos; al madurar el fruto se desprenden, lo que determina que el cremocarpo carezca de pico.

El epicarpo forma una capa continua que rodea al esquizocarpo, menos en la zona comisural. Está compuesto por células epidérmicas, irregulares, de sección prismática, alargadas tangencialmente, en corte transversal; tienen las

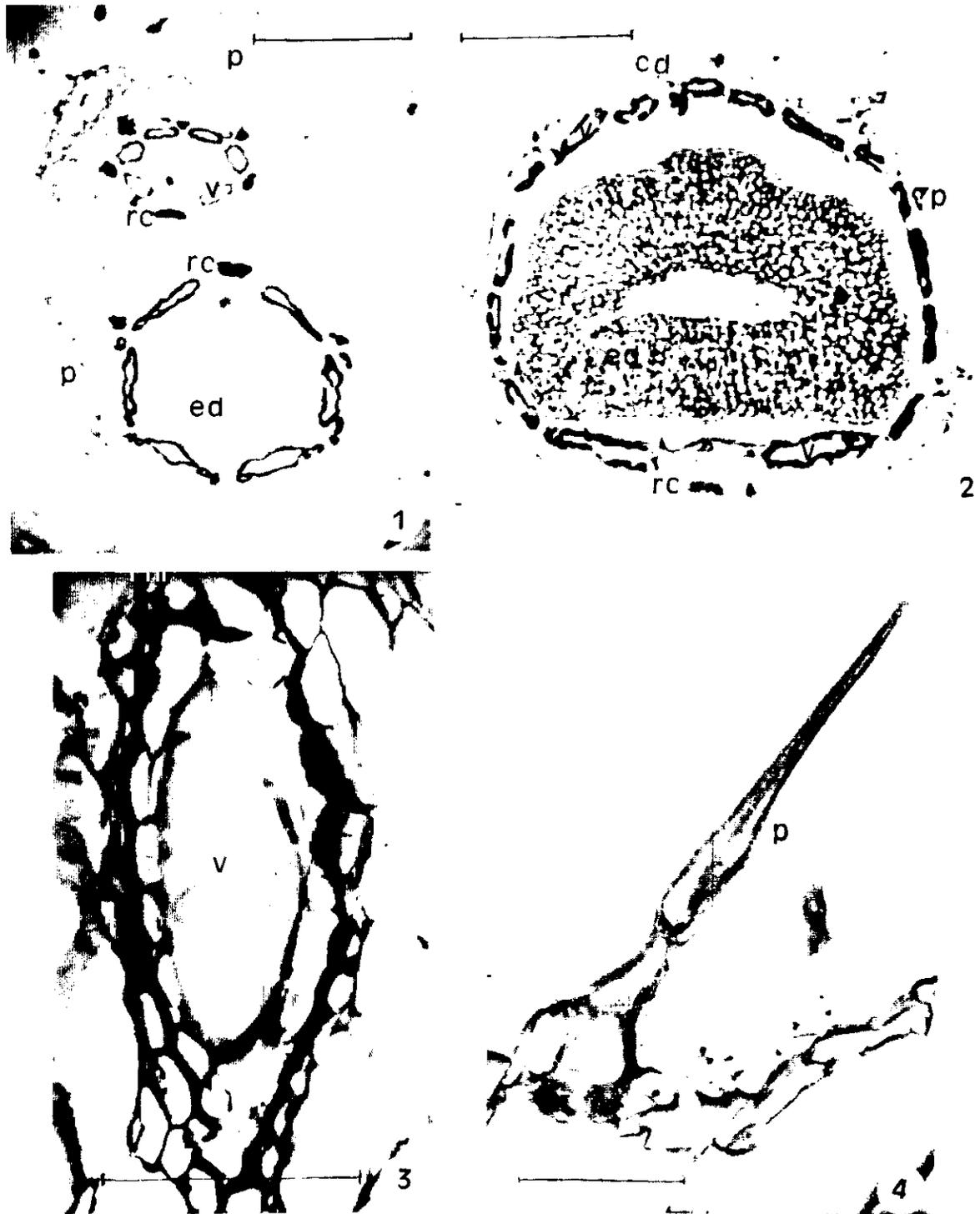
paredes laterales verticales y la externa algo convexa y recubierta por la cutícula.

Los tricomas abundantes, tanto en las costillas como en las valéculas (de aquí el epíteto de la especie), facilitan que el fruto se adhiera a la piel de los animales y, por tanto, la diseminación de la semilla. Están constituidos los pelos por 1-3 células, con la base ancha y más o menos aguda la punta, no están ramificados y alcanzan mayor longitud que los de P. tragium (Lám. 80, fig. 4 y Lám. 81, fig. 3).

El mesocarpo poco desarrollado (pues se destruye en mayor o menor grado en el proceso de maduración del fruto) está compuesto de células parenquimáticas, irregulares, tangencialmente alargadas, con abundantes meatos aeríferos. Forma 2 capas sobre las vitas (Lám. 82, fig. 2) y se destruye debajo de ellas al madurar por completo el cremocarpo.

Haces vasculares de sección circular en las costillas comisurales, y elíptica tangencialmente en las restantes costillas, con abundantes vasos muy lignificados y esclerénquima.

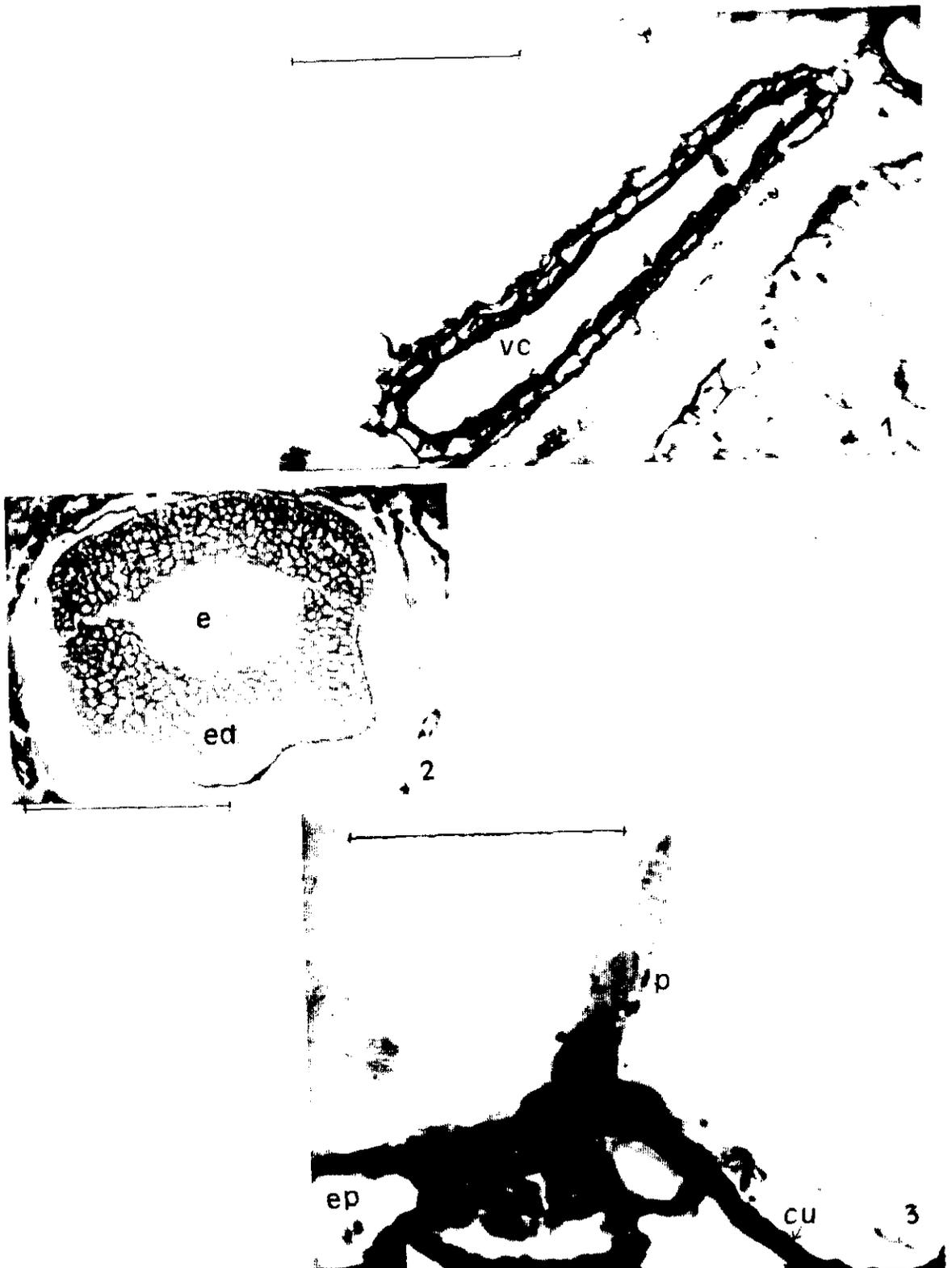
Hemos llegado a contabilizar 22 vitas, de ellas 18

*P. villosa* Schousb.

Secciones transversales de un esquizocarpo mostrando:

- 1) Un cremocarpo donde se observa que el mericarpo inferior se encuentra en un estado más avanzado de su desarrollo.
- 2) Mericarpo en el que se aprecia en el centro del endosperma el espacio que ha quedado vacío al desintegrarse sus células, para dejar aislado al embrión.
- 3) Vitta donde se puede ver las células que la forman.
- 4) Pelo pluricelular sin ramificar.

Escala gráfica: figs. 1 y 2 = 500  $\mu$ m; figs. 3 y 4 = 50  $\mu$ m.

*P. villosa* Schousb.

Secciones transversales de un mericarpo mostrando:

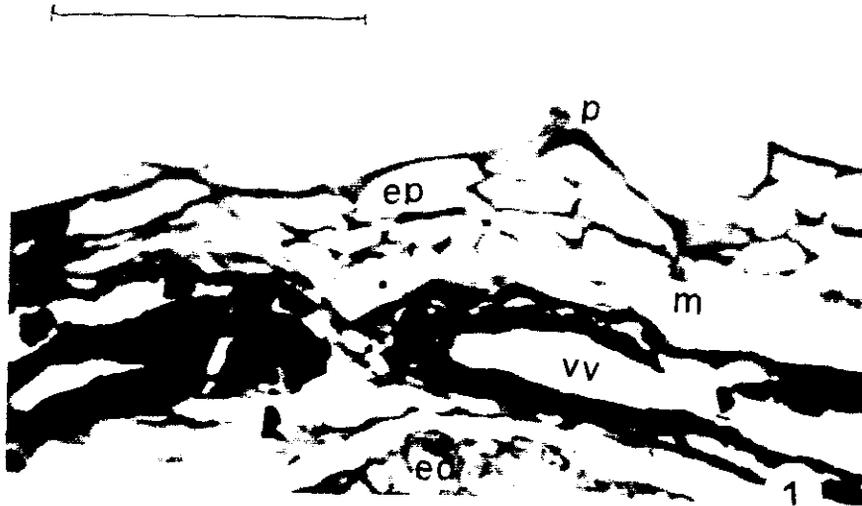
1) Una vena comisural donde se puede ver las múltiples células que la limitan.

2) Parte apical de un mericarpo maduro con el embrión dicotiledóneo en el centro del endosperma.

3) Epicarpo con gruesa cutícula y pelo pluricelular sin ramificar.

Escala gráfica: fig. 1 = 100  $\mu$ m; fig. 2 = 500  $\mu$ m; y fig. 3 = 50  $\mu$ m.

## P. villosa Schousb.



Secciones transversales de un mericarpo maduro mostrando:  
 1) La zona vascular, con vitas vasculares y tricomas en el epicarpo.  
 2) Endosperma con células orientadas perpendicularmente al epicarpo.

Escala gráfica = 100  $\mu$ m.

valeculares y 4 comisurales, siendo las 2 centrales de éstas, las de mayores dimensiones, su tamaño es superior al de las de P. traqium. Su forma es bastante variable, aunque con una tendencia al alargamiento en sentido paralelo al endocarpo y más o menos comprimidas (Lám. 82, fig. 1), en ocasiones se superponen dos vitas.

La semilla madura se separa del pericarpo, primero lo hace en el lado comisural y más tarde en el lado dorsal.

El endosperma bien desarrollado, está integrado por células poliédricas, irregulares, parenquimáticas, generalmente con orientación radial y paredes celulósicas (Lám. 82, fig. 2) que al unirse dejan en las esquinas más o menos redondeados abundantes meatos. Encierra el embrión recto con los cotiledones foliáceos (CALESTANI, 1905) (Lám. 82, fig. 2).

Comisura plana, fruto ortospermo y unión comisural grande.

Las ramas del carpóforo, como en otros táxones, contienen 2 haces vasculares rodeados de células parenquimáticas más o menos lignificadas.

### C.7. DISCUSION DEL ESTUDIO CARPOLOGICO

Del estudio anatómico-histológico del fruto destacamos los siguientes detalles:

- El fruto del gén. Pimpinella es de forma ovoidal, subgloboso (Lám. 10, fig. 3 y Lám. 65, fig. 1).

- Está comprimido lateralmente, fenómeno que se acusa más en los táxones que fueron incluidos por Boissier en el gén. Reutera (P. procumbens y P. gracilis).

CERCEAU-LARRIVAL (1962, tab.III, A) considera que las especies del gén. Pimpinella estudiadas por ella no están comprimidas, si bien, esas especies no corresponden a nuestra investigación.

- La mayoría de nuestras especies presentan cremocarpo lampiño (carácter primitivo seg. SAENZ DE RIVAS, 1977), no obstante, poseen abundantes tricomas P. traqium, P. villosa y P. gracilis var. puberula.

- El número de vitas varía con frecuencia en el seno de una misma especie, así como el número de canales secretores.

De orden taxonómico señalaremos los siguientes datos diferenciales (CUADROS 10 y 14):

- P. bicknellii.- a) Estilos de 2 mm de long., espirales y persistentes, que dan origen al pico del cremocarpo.

b) Fruto campilospermo, comprimido lateralmente, de mayor tamaño (4-) 6 (-7) x (2,5-) 3 (-4) mm, que en los otros táxones.

c) El número de vitas es el más reducido (10-14 en total), carácter primitivo, SAENZ DE RIVAS (1977) y sólo 2 de ellas comisurales.

- P. procumbens.- Carece de capas de parénquima mesocárpico entre los canales secretores y los haces vasculares.

- P. siifolia.- a) Presenta las costillas primarias prominentes y un poco aladas, siendo la dorsal la más desarrollada.

b) Alcanza el mayor número de vitas (26-29), situándose de 6-9 en la zona comisural, carácter apomorfo (SAENZ DE RIVAS, op. cit.).

**ESTUDIO COMPARADO DEL FRUTO**

<u>Taxon</u>	<u>Tamaño en mm.</u>		<u>Pico</u>	<u>Tipo</u>	<u>Vitas</u>	
	<u>Long.</u>	<u>Anch.</u>			<u>Nº Total</u>	<u>Comisurales</u>
<u>P. bicknellii</u>	(4-)6(-7)	(2,5-)3(-4)	Si	Campilospermo	10-14	2 (-4)
<u>P. gracilis</u>	2-2,5	1,5-2	No	Ortospermo	14-16(-22)	2-4
<u>P. major</u>	(2,5-)3-4(-5)	1,5-3	"	"	16-26	(4-) 6
<u>P. procumbens</u>	2-2,5	1,5-2	"	"	14-18	2-4
<u>P. saxifraga</u>	"	"	"	"	15	2
<u>P. siifolia</u>	(4-)5(-6)	2-3	"	"	26-29	6-9
<u>P. traqium</u>	2-3	1,5-2	"	"	25	6
<u>P. villosa</u>	"	"	"	"	22	4

**ABRIR TOMO II**

