

ESTUDIOS CARIOLÓGICOS EN ESPECIES ESPAÑOLAS DEL ORDEN *LILIALES*. III. FAMILIA *LILIACEAE*

por

M. RUIZ REJON

Abstract. In this paper are studied the mitosis, meiosis, and pollen grains fertility and size of 21 species of the *Liliaceae* family from Spanish flora. It is studied and reported for the first time the chromosome number and the karyotype of *Colchicum triphyllum* Kze. ($2n = 24$), *Gagea durieui* Parl. ($2n = 24$, $2n = 36$), the existence of the level $n = 10$ in *Asparagus aphyllus* L. and the level $n = 20$ in *Asparagus stipularis* Forssk. It is also detailed for the first time the karyotype of *Scilla reverchonii* Deg. ex Hervier ($2n = 16$) and *Ornithogalum tenuifolium* Guss. ($2n = 18 + 2B$). A detailed analysis of the karyotype in the remaining species is made, confirming the previous observations of another authors, generally in foreign material. Practically, it is studied for the first time the meiotic behaviour in all the species. The basic chromosome number, the nature of polyploidy and other ones cytotoxic aspects in different genera and species are discussed.

Resumen. En este trabajo se estudia la mitosis, la meiosis y el tamaño y fertilidad del polen de 21 especies de la familia *Liliaceae* de la flora española. Se recuenta y estudia por primera vez el número cromosómico y el cariotipo de *Colchicum triphyllum* Kze. ($2n = 24$), *Gagea durieui* Parl. ($2n = 24$, $2n = 36$), la existencia del nivel $n = 10$ en *Asparagus aphyllus* L. y el nivel $n = 20$ en *Asparagus stipularis* Forssk. Se realiza también por primera vez un análisis detallado del cariotipo de *Scilla reverchonii* Deg. ex Hervier ($2n = 16$) y *Ornithogalum tenuifolium* Guss. $2n = 18 + 2B$. Se efectúa un análisis detallado del cariotipo de las restantes especies, confirmando los resultados obtenidos por otros autores, generalmente en material extranjero. El análisis del comportamiento meiótico de las especies aquí estudiadas es la primera vez que se realiza, en casi todos los casos. Finalmente, se discute el número cromosómico básico, la naturaleza de la poliploidía y otros aspectos citotaxonomícos de los diferentes géneros y especies.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo constituye la tercera parte del estudio cariológico efectuado por el autor en diversos táxones del orden *Liliales* de la flora española. Con anterioridad se han publicado otros dos apartados refe-

T A B L A 1

Especie	Localidad	Números cromosómicos		Fig.	Estudios anteriores
		2N	N		
1. <i>Colchicum triphyllum</i> Kze.	Granada: Dornajo (S. ^a Nevada)	24*	—	1	Nuevo
2. <i>Merendera bulbocodium</i> Ram.	Granada: Padul	—	27*	—	Miller (1930) } 2n = 60 Fernandes (1950)
3. <i>Anthericum baeticum</i> Boiss.	Granada: Dornajo (S. ^a Nevada)	15	15	16	* Löve & Kjellquist (1973), 2n = 54 + 0.6B * Ruiz Rejón (1976), 2n = 54
4. <i>Asphodelus cerasiferus</i> Gay.	Granada: Padul y S. ^a de Cázulas Jaén: El Vadillo (S. ^a de Cazorla)	28	14*	2.17	* Kúpfer (1968) 2n = 30, n = 15. * Kúpfer (1974) 2n = 30, n = 15. * Ruiz Rejón (1976), n = 15
5. <i>Asphodelus fistulosus</i> L.	Granada: La Herradura Granada: Padul	28	14*	3	Lambert (1969) Zakharieva & Makushenko (1969) } 2n = 28 * Löve & Kjellquist (1973)
		56	28*	4	* Sañudo & Ruiz Rejón (1975), n = 28 * Ruiz Rejón (1976), n = 14, n = 28
					* Lorenzo Andreu & García Sanz (1970) } * Lorenzo Andreu (1951) } 2n = 28 * Larsen (1956)
					* Gadella et al. (1966) Fernandes & Queirós (1971) * Borgen (1969)
					* Barros Neves (1973)
					* Ruiz Rejón (1976), n = 14, n = 28
6. <i>Asphodelus microcarpus</i> Viv.	Ciudad Real: Almadén	—	14*	—	* Borgen (1969), 2n = 84 * Dahlgren et al. (1971) * Löve & Kjellquist (1973) } 2n = 28

Barros Neves (1973), 2 n = 28, 2 n = 56
 (var. *microcarpus*), 2 n = 56, 84 (var.
asiaticus).

* Ruiz Rejón (1976), n = 14).

Reese (1957), n = 14

Sharma & Battariyya (1957), n = 15, 2 n =
 = 30

* Borgen (1969), 2 n = 28.

* Ruiz Rejón (1976), n = 14.

* Löve & Kjellquist (1973), 2 n = 32

Nuevo

* Löve & Kjellquist 2 n = 48 como *Gageo-
 villosa* (M. E.) subsp. *hervieri* Deg. ex
 Hervier.

Bozzini, 2 n = 40.

* Ruiz Rejón (1976), n = 10.

Reese (1957), 2 n = 20.

Bozzini (1959), 2 n = 20.

* Borgen (1970), 2 n = 20

* Ruiz Rejón (1974), n = 20.

Guignard (1891)

Newton (1927)

Upcott & La Cour (1930)

Fernandes (1950)

Southern (1967)

Fernandes & Queirós (1971)

Barros Neves (1973)

* Ruiz Rejón (1974), n = 12

2 n = 24

7. *Asphodelus tenuifolius* Cav.

Granada: Padul

Almería: Ermita de Torre García

—

14

—

8. *Aphyllantes monspeliensis* L

Granada: Sierra Elvira

—

16*

—

9. *Gagea duriëni* Parl.

Granada: Cerro Gordo

Almería: Marchal de Antón López

24*

12*

5.18

36*

18*

6.19

10. *Gagea hervieri* Deg. ex Hervier

Granada: Padul

48

24*

—

11. *Asparagus aphyllus* L.

Jaén: Parador de Cazorla

Granada: Padul

48

24*

—

10*

—

12. *Asparagus stipularis* Forssk

Granada: Padul

—

20*

20

13. *Tulipa australis* Link.

Granada: Padul

—

12

21

—

TABLE 1 (Continuación)

Especie	Localidad	Números cromosómicos		Fig.	Estudios anteriores
		2N	N		
14. <i>Scilla autumnalis</i> L.	Granada: Padul	14	7*	7.22	Diversos autores, 2n = 12, 14, 14 + 3B, 14 + 6-8B, 24, 28, 29, 42 y 44 (?) y en material español
	Sevilla: Puebla de Cazalla	28		8	* Battaglia (1957). 2n = 14 * Ruiz Rejón (1974). n = 7, 2n = 14, 2n = 28
15. <i>Scilla obtusifolia</i> Poiret.	Alicante: Pego	8	—	3	Martinoli (1949) Martinoli (1954) } Castiglia (1955) } 2n = 8 Giménez Martín (1959)
16. <i>Scilla reverchonii</i> Deg. ex Her. vier	Jaén: Torre del Vinagre (S.ª de Ca zoria)	16*	—	10	* Löve & Kjellquist (1973), 2n = 16
17. <i>Ornithogalum narbonense</i> L.	Cuenca: Embalse de la Toba	54	27	11.23	Diversos autores 2n = 14, 16, 18, 54 54 + + 1-11 B en material extranjero * Löve & Kjellquist (1973), 2n = 54 * Ruiz Rejón (1976), n = 27, 2n = 54
18. <i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	Granada: S.ª Elvira	54	27	12.24	Diversos autores con 2n = 18, 18 + 1, 18 + 0-6B, 19, 27, 27 + 1 f, 28, 35, 36, 43, 44, 45, 46, 52, 54, 72, 90 todos en material extranjero. * Giménez Martín (1958), 2n 18, 19, 20, 21 * Ruiz Rejón (1974). n = 27, 2n = 54

19. <i>Ornithogalum tenuifolium</i> Guss.	Jaén: Parador de Cazorla	18+2B* 9* +1 B	13	Delaunay (1925, 26), 2 n = 16 Agapova (1967), 2 n = 18, 19, 36
20. <i>Dipcadi serotinum</i> (L.) Medic.	Granada: Padul Jaén: Torre del Vinagre (S.ª de Cazorla) Almería: Marchal de Antón López Teruel: Albarracín	8 8 4 4	4 14	Levan (1944), 2 n = 8 Fernandes & García Fernandes (1948), 2 n = 8 + 0.1 B, 2 n = 8 + 2.16 B Sató (1942, 1948), 2 n = 8 * Valdés (1970), 2 n = 8 * Löve & Kjellquist 2 n = 8 Delay & Petit (1971), n = 14, 2 n = 28 * Ruiz Rejón (1974), n = 4, 2 n = 8 * Borgen (1975), 2 n = 64
21. <i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	Granada: Padul	18	9* 15.15	Diversos autores con 2 n = 18, 2 n = 18 + 0.2 B * Larsen (1960). * Gadella & al. (1966) * Borgen (1969) * Löve & Kjellquist (1973) } 2 n = 18

1. Los números cromosómicos señalados con asterisco corresponden a los que se estudian por primera vez.

2. Los autores señalados con puntos son los que han estudiado material español.

rentes, uno a *Amaryllidaceae* más el género *Allium* L. (RUIZ REJÓN & SAÑUDO, 1976), y otro a *Iridaceae* (RUIZ REJÓN, en prensa), así como distintas notas parciales o previas, entre las que figuran, por lo que respecta a las especies incluidas en la familia *Liliaceae*, RUIZ REJÓN (1974), SAÑUDO & RUIZ REJÓN (1975) y RUIZ REJÓN (1976).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado, en todos los casos, en material silvestre. Las especies analizadas se indican en la tabla 1, así como su procedencia.

Las plantas herborizadas como testigo, se conservan en el Departamento de Genética de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid.

OBSERVACIONES

Se ha tratado de estudiar el cariotipo, el comportamiento meiótico y la fertilidad y tamaño del polen de todos los táxones, pero por diversas circunstancias este objetivo no se ha podido conseguir en todos los casos. Siendo así, en la tabla 1 se presenta, junto a cada especie y su procedencia, si se ha determinado el número cromosómico en mitosis, en meiosis o en ambas fases.

En la tabla mencionada se reseñan, asimismo, los distintos autores que nos han precedido en el análisis cromosómico de estas especies.

Dado el gran número de autores que han estudiado ciertos táxones, sólo indicamos, en estos casos, los números cromosómicos obtenidos. Asimismo, tanto para estos autores como para el resto de los que aparecen en la tabla, y que no se reseñan en el texto, los hemos omitido de la bibliografía, habida cuenta que son reseñas fáciles de localizar en las distintas recopilaciones de números cromosómicos existentes: DARLINGTON & WYLIE (1955), LÖVE & LÖVE (1961), FEDOROV (1974). In A. LÖVE (Ed.) *IOPB Chromosome number reports* (Taxon) y los distintos *Index to plant chromosome numbers*, publicados cada año por The International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature (Utrecht).

Como se puede observar, la mayoría estudian solamente la mitosis,

T A B L A 2

Número y tipos de configuraciones cromosómicas en *M-I*

E S P E C I E	N	VI	V	IV	III	II	I	N.º de nucleo- los celulares	N.º de biv. asoc.	N.º de quiasma por bivalente
<i>Merendera bulbocodium</i> Ram.	27	—	—	—	—	25-27	0-4	—	—	—
<i>Anthericum baeticum</i> Boiss.	15	—	—	—	—	15	—	1	1-2	1-2
<i>Asphodelus cerasiferus</i> Gay.	14	—	—	—	—	14	—	1	2-3	2
<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	14	—	—	—	—	14	—	1	1-2	2
<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	28	—	—	1-3	1-2	variable	—	1-2	3-4	—
<i>Asphodelus microcarpus</i> Viv.	14	—	—	—	—	14	—	1	1-2	2
<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cav.	14	—	—	—	—	14	—	1	1-2	1-2
<i>Aphyllantes monspelitensis</i> L.	16	—	—	—	—	25-27	0-4	—	—	—
<i>Gagea durieui</i> Parl.	12	—	—	0-1	0-1	10-12	0-1	1	1-2	—
<i>Gagea durieui</i> Parl.	18	—	—	—	0-12	0-18	variable	1	2-3	—
<i>Gagea hervieri</i> Deg. ex Hervier ...	24	—	—	2-3	1-2	variable	2-4	1	1-5	—
<i>Asparagus aphyllus</i> L.	10	—	—	—	—	10	—	1	1-2	1-3
<i>Asparagus stipularis</i> Forssk.	20	—	—	1-5	0-2	7-18	0-3	1-2	3-4	1-4
<i>Tulipa australis</i> Link.	12	—	—	—	—	11-12	0-2	1	1-2	1-4
<i>Scilla autumnalis</i> L.	7	—	—	—	—	6-7	0-2	1	1	1-3
<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	27	1	1-2	1-2	1-2	variable	0-4	1-2	3-4	1-3
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	27	—	—	—	—	27-25	0-4	1-2	3-4	—
<i>Ornithogalum tenuifolium</i> Guss. ...	9+1B	—	—	—	—	9+1B	—	1	1-2	—
<i>Dipicadi serotinum</i> (L.) Medic.	4	—	—	—	—	4	—	1	2-3	1-3
<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	9	—	—	—	—	8-9	0-2	1	1-2	1-3

TABLA 3

Frecuencia de anomalías en meiosis

E S P E C I E	N	T-A-I		T-A-II		T-A-II		D-M-I		Número de cels.	% de anor.
		an.	nor.	an.	nor.	an.	nor.	an.	nor.		
<i>Merendera bulbocodium</i> Ram. ...	27	3	28	2	46	4	118	7,5			
<i>Anthericum baticum</i> Boiss. ...	15	1	31	—	23	—	121	0,8			
<i>Asphodelus cerasiferus</i> Gay ...	14	—	26	—	33	—	96	0			
<i>Asphodelus fistulosus</i> L. ...	14	1	33	—	28	—	104	1			
<i>Asphodelus fistulosus</i> L. ...	28	—	11	—	14	—	63	0			
<i>Asphodelus microcarpus</i> Viv. ...	14	—	78	—	29	—	159	—			
<i>Aphyllantes tenuifolius</i> Cav. ...	14	—	31	—	28	—	117	—			
<i>Aphyllantes monspeliensis</i> L. ...	16	1	44	—	40	3	110	3,6			
<i>Gagea duriei</i> Parl. ...	12	23	46	13	39	6	136	19			
<i>Gagea duriei</i> Parl. ...	18	16	37	12	21	3	124	25			
<i>Gagea herzieri</i> Deg. ex Hervier. ...	24	15	43	14	14	5	127	27			
<i>Asparagus aphyllus</i> L. ...	10	83	66	—	41	—	191	0,5			
<i>Asparagus stipularis</i> Forssk. ...	20	63	55	1	30	—	151	1,9			
<i>Tulipa australis</i> Link. ...	12	34	28	6	35	—	111	12			
<i>Scilla autumnalis</i> L. ...	7	63	43	1	29	—	138	2			
<i>Ornithogalum narbonense</i> L. ...	27	93	22	6	36	3	203	10			
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L. ...	27	130	66	8	48	2	268	9			
<i>Ornithogalum tenuifolium</i> Guss. ...	9+1 B	115	83	6	38	—	260	8			
<i>Dipcadi serotinum</i> (L.) Medic. ...	4	82	46	—	57	—	185	—			
<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller ...	9	72	83	3	26	8	193	6			

y generalmente en material extranjero. De esta forma, el análisis meiótico que presentamos aquí, es la primera vez que se efectúa, prácticamente en todos los casos. Por otro lado, es la primera vez que se realiza un análisis detallado del cariotipo de algunos táxones o de ciertos niveles cromosómicos de algunas especies.

TABLA 4

Fertilidad y tamaño de los granos de polen

E S P E C I E	N	Fertil. %	Diámetro (μ)		
			Mínimo	Medio	Máximo
<i>Anthericum baeticum</i> Boiss	15	99,8	33,8	37,7 ± 1,4	39,1
<i>Asphodelus cerasiferus</i> Gay	14	100	47,6	51,3 ± 1,5	54,4
<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	14	99,7	51	52,8 ± 2	56,1
<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	28	99,9	52,7	59,8 ± 2,7	64,6
<i>Asphodelus microcarpus</i> Viv.	14	99,6	45,9	51,7 ± 4	61,2
<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cav.	14	99,9	49,3	51,8 ± 1,8	56,1
<i>Gagea durieui</i> Parl.	12	81	28,9	34,6 ± 5,3	44,2
<i>Gagea durieui</i> Parl.	18	88	34	40,4 ± 3,1	47,6
<i>Gagea hercieri</i> Deg. ex Hervier ...	24	87	45,9	50,8 ± 2,6	54,4
<i>Asparagus aphyllus</i> L.	10	99,9	8,5	9,9 ± 1,1	11,1
<i>Asparagus stipularis</i> Forssk.	20	99,8	22,1	24,1 ± 1,7	27,2
<i>Tulipa australis</i> Link.	12	92	42,5	44,3 ± 2,5	49,3
<i>Scilla autumnalis</i> L.	7	99,9	32,3	35,8 ± 2,1	40,8
<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	27	88	37,4	40 ± 1,6	42,5
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	27	99,2	44,2	45,5 ± 1,9	49,3
<i>Ornithogalum tenuifolium</i> Guss. ...	9 + 1 B	98,6	22,1	26,1 ± 1,8	28,9
<i>Dipcadi scrotinum</i> (L.) Medic.	4	99,8	64,6	71,4 ± 3,1	81,6
<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	9	98,3	37,4	39,2 ± 1,3	42,5

La tabla 2 recoge el tipo y número de configuraciones cromosómicas en meiosis, así como el número de nucleolos presentes en las células en la profase-I, los bivalentes asociados al nucleolo y el número de quiasmas de los bivalentes. En la tabla 3 se presentan el número de células analizadas en las distintas fases de la meiosis y el porcentaje de anomalías observadas. Finalmente, en la tabla 4 se indica el tamaño y la fertilidad de los granos de polen de las distintas especies. Los cariotipos obtenidos se presentan en las figuras que van desde la 1 a 15.

A) *Mitosis***Colchicum triphyllum** Kze., $2n = 24$ (Fig. 1)

De acuerdo con la terminología de BATTAGLIA (1955) (*), el cariotipo de esta especie está constituido por cuatro parejas de cromosomas hiperheterobraquiales (1.^a, 2.^a, 3.^a y 9.^a) y 8 parejas heterobraquiales (el resto de las parejas). No se ha observado la presencia de satélite.

Es la primera vez que se estudia cromosómicamente esta especie.

Asphodelus cerasiferus Gay, $2n = 28$ (Fig. 2)

El cariotipo del nivel diploide de la presente está constituido por 12 parejas de cromosomas heterobraquiales y dos hiperheterobraquiales (parejas 6.^a y 7.^a). La pareja 5.^a es satelitífera.

Asphodelus fistulosus L., $2n = 28$ (Fig. 3); $2n = 56$ (Fig. 4)

El nivel $2n = 28$ presenta una pareja hiperheterobraquial (1.^a), y el resto son heterobraquiales de tamaño decreciente.

El nivel $2n = 56$ está constituido por cromosomas exclusivamente heterobraquiales, resultando un cariotipo más simétrico que el del nivel $2n = 28$.

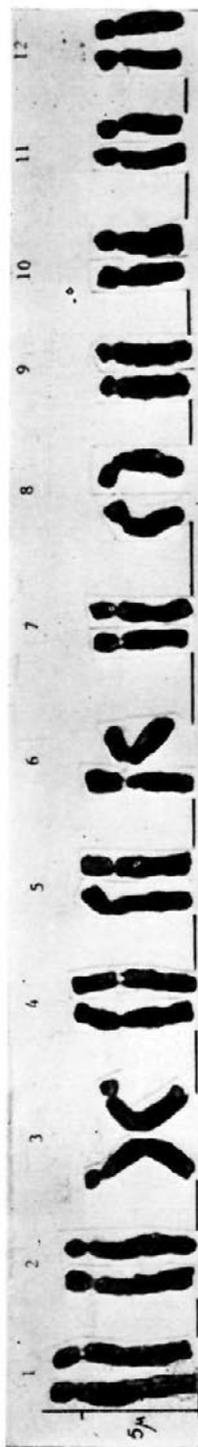
Gagea durieui Parl., $2n = 24$ (Fig. 5); $2n = 36$ (Fig. 6).

En el cariotipo del nivel $2n = 24$ existen tres parejas de cromosomas hiperheterobraquiales (1.^a, 2.^a y 3.^a del cariograma), y nueve parejas de cromosomas heterobraquiales de tamaño decreciente (el resto).

En el nivel $2n = 36$ hay cuatro parejas grandes hiperheterobraquiales (1.^a, 2.^a, 3.^a y 4.^a). El resto de las parejas son heterobraquiales, de tamaño decreciente.

Es la primera vez que se estudia cromosómicamente esta especie.

(*) Cromosomas isobraquiales, relación de brazos = 1 : 1; Cromosomas heterobraquiales, relación de brazos = 1 : 1 — 1 : 3; Cromosomas hiperheterobraquiales, relación de brazos = mayor de 1 : 3.



Cariotipo de *Colchicum triphyllum* Kze. $2n=24$.



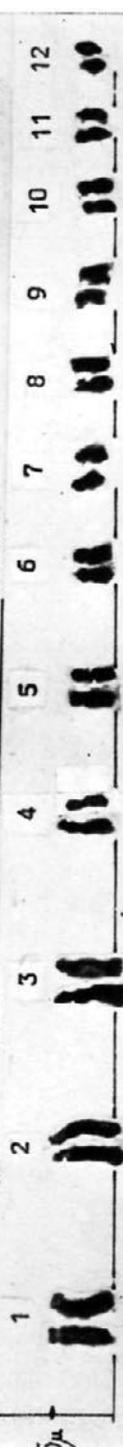
Cariotipo de *Asphodelus cerasiferus* Gay. $2n=28$.



Cariotipo de *Asphodelus fistulosus* L. $2n=28$



Cariotipo de *Asphodelus fistulosus* L. $2n=56$



Cariotipo de *Gagea durieui* Parl. $2n=24$.



Fig. n°6 Cariotipo de Gagea durieui Parl. $2n=36$.

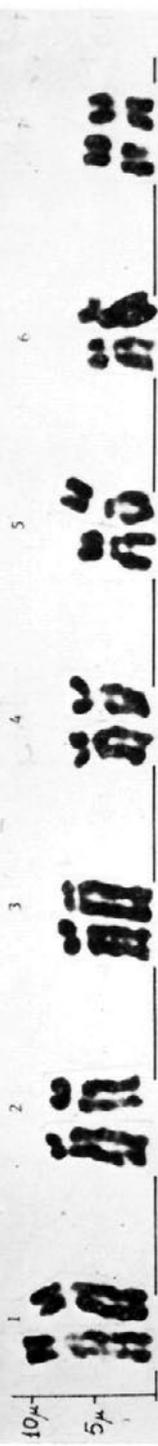


Fig. n°7 Cariotipo de Scilla autumnalis L. $2n=14$



Fig. n°8 Cariotipo de Scilla autumnalis L. $2n=28$.



Fig. n°9 Cariotipo de Scilla obrusifolia Poiret. $2n=8$.



Fig. n°10 Cariotipo de Scilla reverchonii Deg. ex Hervier. $2n=16$



Fig. n°11 Cariotipo de Ornithogalum narbonense L. $2n=54$.



Fig. n°12 Cariotipo de Ornithogalum umbellatum L. $2n=54$.

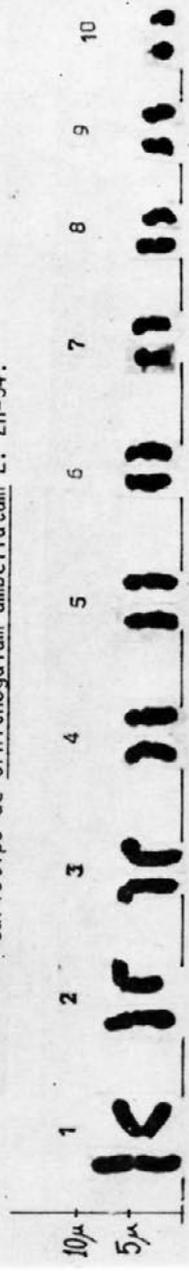


Fig. n°13 Cariotipo de Ornithogalum tenuifolium Guss. $2n=18 + 2B$.

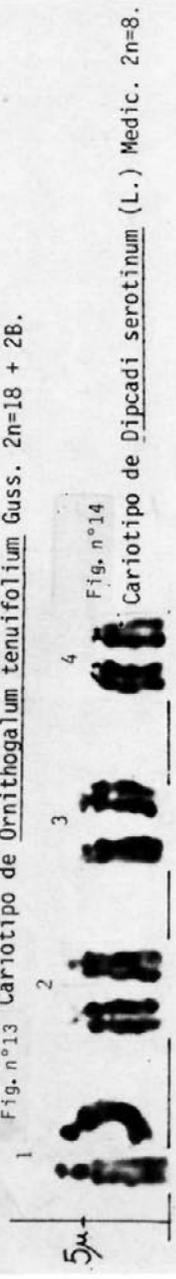


Fig. n°14
 Cariotipo de Dipcadi serotinum (L.) Medic. $2n=8$.

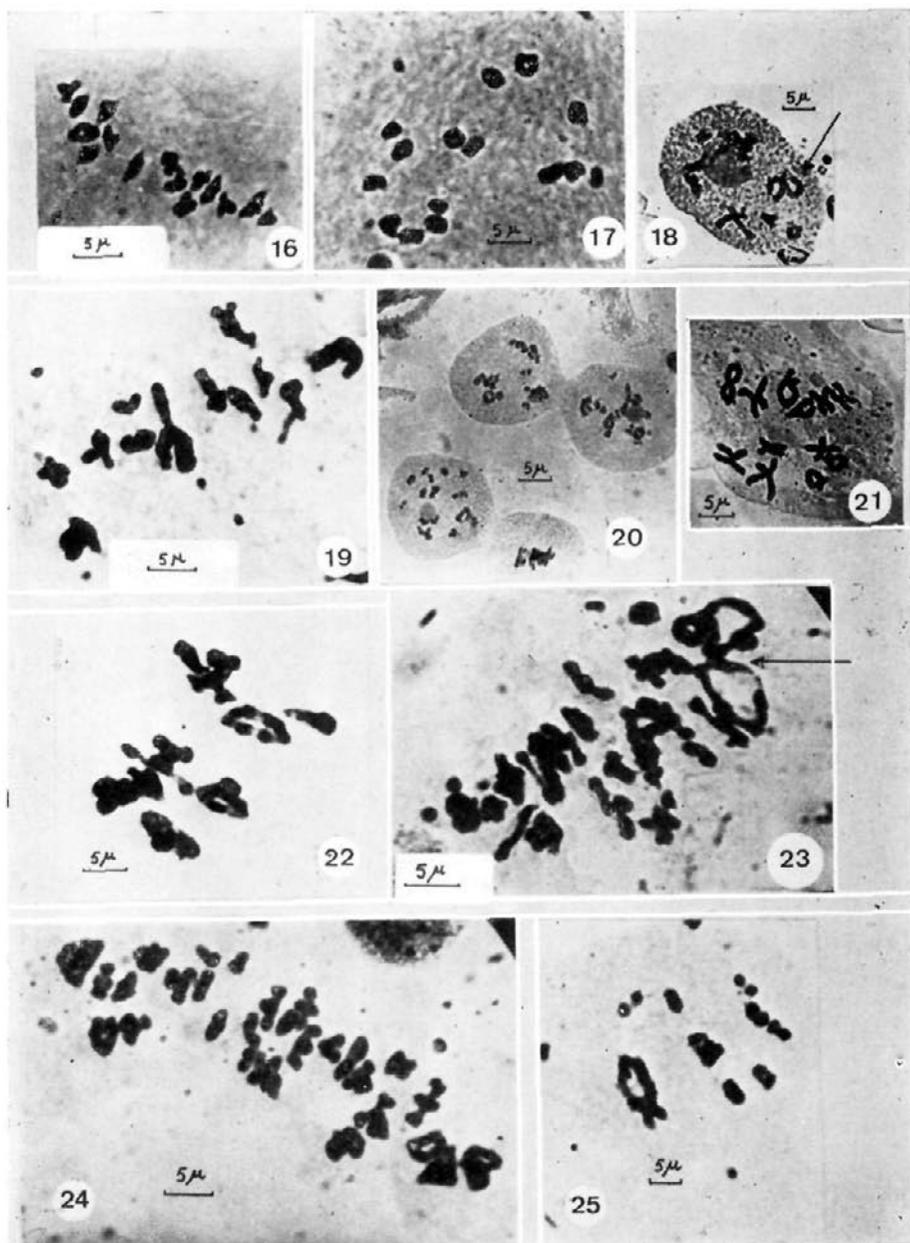


Fig. 16. Metafase-I de *Anthericum baeticum*.—Fig. 17. Diacinesis de *Asphodelus cerasiferus*.—Fig. 18. Diacinesis de *Gagea durieui*, $n = 12$. Obsérvese una configuración tetraivalente.—Fig. 19. Metafase-I de *Gagea durieui*, $n = 18$. Obsérvese 12 configuraciones trivalentes.—Fig. 20. Varias diacinesis de *Asparagus stipularis*.—Fig. 21. Diacinesis de *Tulipa australis*.—Fig. 22. Metafase-I de *Scilla autumnalis*.—Fig. 23. Metafase-I de *Ornithogalum narbonense*. Obsérvese la configuración hexavalente.—Fig. 24.—Metafase-I de *Ornithogalum umbellatum*.—Fig. 25. Diacinesis de *Muscari comosum*.

Scilla autumnalis L., $2n = 14$ (Fig. 7); $2n = 28$ (Fig. 8)

En el citotipo $2n = 14$ hay cuatro parejas hiperheterobraquiales (1.^a, 2.^a, 3.^a y 4.^a), una pareja heterobraquial con centrómero próximo a la posición media y con satélite intercalar (5.^a), y otras dos parejas heterobraquiales de tamaño decreciente, la 7.^a con la constricción cercana a la posición media.

En el citotipo $2n = 28$, lo más sobresaliente es que cada una de estas parejas se encuentra duplicada, por lo que en realidad el cariotipo está constituido por los mismos tipos de cromosomas, sólo que en vez de estar representados dos veces lo están cuatro (Fig. 8).

Scilla obtusifolia Poiret, $2n = 8$ (Fig. 9)

En esta especie hay una pareja grande heterobraquial con satélite intercalar (1.^a), una pareja claramente heterobraquial (2.^a), y dos parejas hiperheterobraquiales (3.^a y 4.^a).

Scilla reverchoni Deg. ex Hervier, $2n = 16$ (Fig. 10).

El cariotipo está formado por una pareja hiperheterobraquial (1.^a), una pareja isobraquial (4.^a), otra muy próxima a isobraquial (6.^a) y finalmente las otras cinco son heterobraquiales.

Es la primera vez que se estudia el cariotipo de esta especie.

Ornithogalum narbonense L., $2n = 54$ (Fig. 11)

En esta especie hay seis parejas de cromosomas isobraquiales (1.^a, 2.^a, 3.^a, 22.^a, 23.^a y 24.^a), y el resto son heterobraquiales.

Ornithogalum umbellatum L., $2n = 54$ (Fig. 12)

Como en la especie anterior, en este taxon están presentes seis parejas isobraquiales (1.^a, 2.^a, 3.^a, 22.^a, 23.^a y 24.^a) y el resto son heterobraquiales.

Ornithogalum tenuifolium Guss., $2n = 18 + 2B$ (Fig. 13)

En este taxon están presentes una pareja de cromosomas grandes isobraquiales (1.^a), y dos parejas de isobraquiales pequeñas (8.^a y 9.^a). El resto de las parejas son heterobraquiales, y finalmente hay una pareja de cromosomas accesorios (10.^a), que tienen igual coloración que los normales (eucromáticos).

Es la primera vez que se estudia el cariotipo de esta especie.

Dipcadi serotinum (L.) Medic., $2n = 8$ (Fig. 14)

Los ocho cromosomas de esta especie se agrupan en tres parejas de cromosomas heterobraquiales de tamaño creciente (1.^a, 2.^a y 3.^a), y una hiperheterobraquial de menor tamaño (la 4.^a). Las cuatro parejas presentan diferenciación proximal: la 1.^a tiene un satélite grande, las parejas 2.^a y 3.^a satélites pequeños, y la 4.^a presenta un brazo corto, tan pequeño que parece un satélite.

Muscari comosum (L.) Miller, $2n = 18$ (Fig. 15).

El cariotipo está constituido por una pareja grande hiperheterobraquial, otra pareja, aproximadamente la mitad de tamaño que la anterior, también hiperheterobraquial, tres parejas medias heterobraquiales y, por último, cuatro parejas pequeñas heterobraquiales. Como se puede observar en la figura 15, es un cariotipo claramente bimodal.

B) *Meiosis*

1. Género **Asphodelus**

En varias especies de este género (*A. cerasiferus*, $n = 14$; *A. microcarpus*, $n = 14$, y *A. tenuifolius*, $n = 14$) es frecuente la presencia de asociaciones secundarias entre uno o dos parejas bivalentes en M-I (Fig. 17). En el nivel tetraploide de *A. fistulosus* ($n = 28$), junto a configuraciones bivalentes se encuentran tetravalentes, trivalentes y univalentes (tabla 2). En general, el porcentaje de anomalías en meiosis de las distintas especies no es elevado (tabla 3).

2. Género **Gagea**

Como se puede observar en la tabla 2, en el nivel diploide de *G. durieui* ($n = 12$) se encuentran, junto a células con 12-II, otras en las que está presente un tetravalente en anillo o en forma de ocho (Fig. 18). En otras células este tetravalente se sustituye por un trivalente y un univalente.

Este comportamiento nos hace pensar en la existencia en este nivel de una translocación recíproca desigual entre dos parejas de cromosomas inhomólogos. En las distintas fases de la meiosis se han observado

las anomalías siguientes: univalentes adelantados, retraso de la terminalización y separación de los cromosomas integrantes de la configuración tetravalente en A-I, distribución irregular de los cromosomas en los polos anafásicos (13-11) (tabla 3).

Pese a la dificultad que supone la presencia de una aglutinación cromosómica intensa en el nivel triploide de *G. durieui* ($n = 18$), se han podido observar claramente células con 18-II. Otras, en cambio, tienen 12-III (Fig. 19) y, por último, hay situaciones intermedias en las que se forman distinto número de configuraciones trivalentes, bivalentes y univalentes (tabla 2).

Las fases posteriores a la Metafase-I ofrecen muchas anomalías (tabla 3): segregación precoz de univalentes, muchos retrasados, formación de puentes cromosómicos en A-I, algunos provistos de fragmento (inversiones paracéntricas), formación de micronúcleos, formación de puentes y retrasados en A-II.

En *G. hervieri* ($n = 24$), como en la especie anterior, hay muchos cromosomas aglutinados, pero, sin embargo, se han podido observar claramente células con 24-II y, en cambio, otras en que junto a bivalentes hay tetravalentes, trivalentes y univalentes (tabla 2). En las distintas fases de la meiosis se han observado las siguientes anomalías: univalentes desplazados en M-I, retardatarios en A-I, puentes cromosómicos en A-I y A-II, algunos con fragmento (tabla 3).

3. Género *Asparagus*

En *A. stipularis* ($n = 20$) se ha comprobado la presencia de configuraciones bivalentes ($x = 13, 6 \pm 3,1$; máximo: 18, mínimo: 7), tetravalentes ($x = 3, 0 \pm 1,4$; máximo: 5, mínimo: 1), trivalentes ($x = 0, 4, 4 \pm 0,6$; máximo: 2, mínimo: 0), y univalentes ($x = 0, 5 \pm 0,8$; máximo: 3, mínimo: 0) (Fig. 20, tabla 2). Se ha observado la presencia de puentes cromosómicos con fragmento en A-I (Inversiones paracéntricas) (tabla 3).

4. Género *Ornithogalum*

En *O. narbonense* ($n = 27$) ocurren diversas situaciones en M-I. Hay algunas células con 27-II, otras con 25-II y 4-I, otras con 26-II + 2-I, y finalmente otras células tienen configuraciones hexavalentes

(Fig. 23), pentavalentes, tetravalentes, bivalentes y univalentes en distinto número (tabla 2). En A-I se observan retardatarios, y en algunas placas metafásicas hay segregación precoz de algunos univalentes (2 ó 3), (tabla 3).

En *O. umbellatum* ($n = 27$) prácticamente todas las células tienen 27-II, pero hay algunas con 26-II y 2-I (tabla 2, Fig. 24). En algunas placas se ha observado asociaciones secundarias entre 1 ó 2 parejas bivalentes. A lo largo de todo el proceso meiótico se observaron las siguientes anomalías: retardatarios en A-I y puentes cromosómicos con fragmento (tabla 3).

En la localidad de *O. tenuifolium* que hemos estudiado está presente el nivel $n = 9 + 1$ B. En las células metafásicas se ha comprobado la existencia de 9-II normales y 1-II accesorios (tabla 2). La existencia permanente de dos cromosomas accesorios conduce a distintos resultados anafásicos dependiendo de la formación entre ellos de un bivalente (en la mayoría de las células) o de la falta de apareamiento (2 univalentes); en estas últimas células hay segregaciones irregulares, por lo que hay células anafásicas con 9 y 10 cromosomas en cada polo, otras con 10 y 10, y otras con 9 y 11. Esto viene corroborado por la presencia de células somáticas con 18, 19 y 20 cromosomas respectivamente. En A-I se observa la presencia de puentes cromosómicos sin fragmento (Inversiones pericéntricas) (tabla 3).

5. En el resto de las especies el comportamiento se puede considerar como regular (tablas 2 y 3). Sin embargo, en algunas especies existen indicios de heterocigosis estructural. Tales son, la presencia de univalentes precoces en M-I (*Scilla autumnalis*, tabla 2 y figura 22 o *Muscari comosum*, tabla 2), o la de puentes cromosómicos sin fragmento en A-I (Inversiones pericéntricas) (*Tulipa australis*, tabla 3).

C) Fertilidad y tamaño de los granos de polen

Como se puede observar en la tabla 4, la fertilidad de los granos de polen es alta (en general superior al 90 por 100). Hay tan sólo cuatro casos en que se encuentra por debajo de esta cifra: *Gagea durieui*, $n = 18$, 88 por 100; *Gagea hervieri*, $n = 24$, 87 por 100, y *Ornithogalum narbonense*, $n = 27$, 88 por 100.

Por lo que respecta al tamaño, se puede observar que varía amplia-

mente de unos géneros a otros. En cambio, dentro de un mismo género existe una correlación positiva entre el nivel cromosómico de las especies y el tamaño medio de los granos de polen (véase tabla 4).

DISCUSIÓN

Aunque por la diversidad del material estudiado no nos es posible efectuar una discusión conjunta de todos los datos, a continuación mencionamos los aspectos más destacados de cada caso.

1. *Colchicum triphyllum* Kze.

Los números cromosómicos encontrados en este género van desde $2n = 14$ a $2n = 76$ (FEDOROV, 1974). D'AMATO (1955, 1957) y FERNANDES (1976) han encontrado en algunas especies números cromosómicos superiores a 100 (*C. lusitanum*, $2n = 106-108$); *C. neapolitanum* (*C. multiflorum*, $2n = 110-148$). FEINBRUN (1958) postula que los números básicos presentes en la sect. *Bulbocodiae* Stef., en la que se incluye la especie aquí estudiada, son $x = 7$ y $x = 10$. Para ello se basa en los números cromosómicos de cinco especies (cuatro especies con $2n = 14$ y una con $2n = 20-21$). Posteriormente, ZAKHARIEVA & MAKUSHENKO (1968) han encontrado $2n = 18$ en *C. szowitsii* F. M., también incluido en la sect. *Bulbocodiae*. Además, en una de las especies que estudió FEINBRUN (*C. ritchi*), se ha reseñado un número cromosómico $2n = 16$ distinto del encontrado anteriormente, $2n = 14$. De esta forma se observa que una vez investigadas cromosómicamente más especies de la mencionada sección, no todos los números son múltiplos de $x = 7$ y $x = 10$, como viene a confirmar nuestro análisis cromosómico de *C. triphyllum* con $2n = 24$. La comparación de cariotipo de *C. triphyllum* ($2n = 24$) con los de las 5 especies de la misma sección estudiados por FEINBRUN, coincide en la ausencia de cromosomas satelitíferos y en que la mayoría de los cromosomas son heterobraquiales. En cambio, en *C. triphyllum* están ausentes las parejas metacéntricas que existen en los niveles inferiores (Fig. 1).

Nuestro recuento de *C. triphyllum* ($2n = 24$) viene a confirmar, asimismo, el hecho constatado por FEINBRUN (*l. c.*) y, recogido como caso extremo por STEBBINS (1971), de que en el género *Colchicum* existen una gran variedad de números cromosómicos y cariotipos, pese a

que es un género muy homogéneo desde el punto de vista morfológico y ecológico.

2. *Merendera bulbocodium* Ram.

LÖVE & KJELLQUIST (1973), estudiando material español de esta especie, encontraron $2n = 54 + 0-6 B$. De esta forma, el número cromosómico base de esta especie sería $2n = 54$, aunque luego se pueden añadir en algunos individuos de ciertas poblaciones de 0 a 6 cromosomas B o fragmentos. Según estos autores, los recuentos previos de MILLER (1930) en material cultivado ($2n = 60$), y de FERNANDES (1950) en algunas localidades de Portugal ($2n = 60$), corresponderían a plantas en las que siempre está presente el número máximo de accesorios (6 B), junto con los 54 de la dotación normal.

Nuestro recuento ($n = 27$, $2n = 54$) es una confirmación de lo postulado por LÖVE & KJELLQUIST, al encontrar una población en la que tan sólo están presentes $2n = 54$ cromosomas.

3. Género *Asphodelus*

a) Número básico

STEBBINS (1971) apunta que todos los géneros o familias que tienen números básicos $x = 12$ o mayores, han derivado originalmente por poliploidía de grupos con números menores. Las especies del género *Asphodelus* que nosotros estudiamos (tabla 2) tienen como número cromosómico más bajo $2n = 28$ ($x = 14$). Igual ocurre con todos los datos que hemos encontrado en la bibliografía referentes a este género.

Las razas cromosómicas de *A. cerasiferus*, *A. microcorpus* y *A. tenuifolius* con $2n = 28$ presentan durante la meiosis asociaciones secundarias de algunas parejas bivalentes (Fig. 17), lo que es señal de homología estructural entre ellas. Por otra parte, en el cariotipo de *A. cerasiferus* ($2n = 28$, Fig. 2), se puede observar una cierta homología de las parejas integrantes en el sentido de una duplicación, que hace que por lo menos algunas parejas den la impresión de estar repetidas (1 = 2, 3 = 4, etc.). Asimismo, en el análisis de las isoenzimas de esterasa de diversas plantas, que estamos llevando a cabo, es evidente la presencia de genes duplicados en el nivel $2n = 28$ de *A. cerasiferus* (Dato sin publicar, OLIVER JIMÉNEZ & RUIZ REJÓN).

Estos datos están a favor de que $x = 14$ ($2n = 28$) es un número básico derivado por poliploidía de $x = 7$, que sería el número básico ancestral, y $x = 14$ un nivel tetraploide más o menos diploidizado. De hecho, el número $2n = 14$ ($x = 7$) es frecuente en los distintos géneros de la tribu *Asphodeleae*.

b) *Naturaleza de la poliploidía*

En algunas especies del género *Asphodelus*, junto al nivel $2n = 28$ se encuentra presente también $2n = 56$. Concretamente este fenómeno de poliploidía infraespecífica ocurre en *A. fistulosus* ($2n = 28$, $2n = 56$, tabla 1) y *A. cerasiferus* ($2n = 28$, $2n = 56$, tabla 1, y SAÑUDO & RUIZ REJÓN, 1975). Aunque la frecuencia de configuraciones polivalentes (tabla 2) en el nivel $2n = 56$ de *A. fistulosus* no sea tan elevada como en los mismos niveles cromosómicos de *A. cerasiferus* y *A. albus* (SAÑUDO & RUIZ REJÓN, l. c.), nos inclinamos a pensar que puede haber derivado por duplicación cromosómica a partir de la raza con $2n = 28$ de la misma especie. La menor frecuencia de polivalentes pudiera ser motivada porque los cromosomas de los dos niveles han divergido por mutaciones puntuales o por reordenaciones cromosómicas. De hecho, el cariotipo del nivel $2n = 56$ de *A. fistulosus* (Fig. 4) difiere en algunas parejas con respecto al del nivel $2n = 28$ (Fig. 3).

4. Género *Gagea*

a) *Número básico*

Los diversos recuentos cromosómicos realizados hasta la fecha en este género demuestran la presencia de una serie euploide de número básico $x = 12$ ($2n = 24, 36, 48, 72$) y algunas excepciones aneuploides ($2n = 25, 80, 96-102$).

En los cariotipos de las distintas especies analizadas, por ejemplo *G. soleirolii*, $2n = 36$ (MARTINOLI, 1960) y los de los citotipos $2n = 24$, y $2n = 36$ de *G. durieui*, aquí analizados, se encuentran presentes cromosomas de constricción subterminal (parejas hiperheterobraquiales) y submedianas (parejas heterobraquiales de menor tamaño, figuras 5 y 6). La presencia de este cariotipo asimétrico, incluso en el nivel diploide ($n = 12$) de *G. durieui*, indicaría que el número básico $x = 12$ es ur

número derivado probablemente de ancestrales de números básicos inferiores.

b) Variabilidad cromosómica

Una vez establecido el nivel básico $x = 12$ en *Gagea*, dos tipos de fenómenos han debido de contribuir a la diversificación cromosómica del género. El primero es la poliploidía que ha originado la aparición de una serie euploide de número básico $x = 12$. A veces, como en el caso de *G. durieui*, existen incluso dos niveles poliploides intraespecíficos ($2n = 24$; $2n = 36$); en otros casos la poliploidía habrá contribuido a la aparición de nuevas especies. El segundo fenómeno serían las mutaciones puntuales y las reordenaciones cromosómicas, junto a la aneuploidía, actuando tanto en los niveles diploides como poliploides. En este sentido, hemos visto que en el taxon con $n = 12$ de *G. durieui* aquí analizado aparece una configuración IV en D. y M-1, sustituido a veces por un trivalente y univalente. La forma en anillo o de 8 de este cuadrivalente es característica de los heterocigotos para translocaciones recíprocas (Fig. 18).

Además, como ya hemos indicado en el capítulo de observaciones, tanto en el nivel triploide de *G. durieui* ($2n = 36$) como en *G. hervieri* ($2n = 48$), en cierto número de M — A-1 se encuentran presentes puentes cromosómicos con o sin fragmento, que pueden ser debidos a inversiones paracéntricas y pericéntricas respectivamente. (tabla 3).

c) Naturaleza de la poliploidía

El análisis comparativo en mitosis de los dos citotipos de *G. durieui* ($2n = 24$, $2n = 36$), nos demuestra que los tipos cromosómicos presentes en el nivel diploide ($2n = 24$) aparecen también por triplicado en el triploide ($2n = 36$) (Figs. 5 y 6).

Por lo que se refiere al análisis meiótico, dejando aparte el fenómeno de aglutinación intensa observado en los dos niveles poliploides ($2n = 36$ y $2n = 48$), tanto en uno como en otro se observan configuraciones polivalentes (tabla 2). En algunas células del triploide ($2n = 36$) se observa el número máximo de trivalentes (12) (Fig. 19).

Estos datos nos podrían indicar que en principio existió en el género un proceso autoploide, aunque posteriormente los cambios estructu-

rales y mutacionales a los que hemos aludido han debido de contribuir a la diferenciación cromosómica.

5. Género **Asparagus**

Los diferentes estudios cariológicos realizados en este género han puesto de manifiesto la presencia de una serie euploide que va desde $2n = 20$ a $2n = 60$, por lo que el número básico actual de esta serie sería $x = 10$. En cuanto al origen de este número básico a partir de otro original inferior, el estudio que hemos realizado de una especie diploide, *A. aphyllus* L., $n = 10$, nos indica que ese nivel está estabilizado con la presencia en todos los casos de 10 bivalentes y sin anomalías (tablas 2 y 3). Por lo que se refiere a la naturaleza de la poliploidía presente en este género existe un estudio de MORRISON & RAJHATYY (1960) en *A. officinalis* ($2n = 40$) en el que señalan la presencia de un elevado número de configuraciones polivalentes, por lo que atribuyen a esta especie un origen autoploide.

En el estudio que nosotros efectuamos de *A. stipularis* ($2n = 40$) aparecen también en meiosis frecuencias altas de configuraciones polivalentes (Fig. 20), como ya hemos indicado en el capítulo de observaciones (tabla 2). Este dato nos lleva también a admitir un origen autoploide para esta especie.

Tribu Scilleae

6. **Scilla autumnalis**

En esta especie llama la atención, en primer lugar, que en la raza tetraploide ($2n = 28$) se encuentran presentes los mismos tipos de cromosomas que en la raza diploide ($2n = 14$), sólo que en dosis doble (Figs. 7 y 8). Este dato, a expensas de posteriores confirmaciones, podría indicar un probable origen autoploide.

La investigación sobre la distribución geográfica de los distintos citotipos de esta especie ($2x$, $4x$, $6x$) hecha por BATTAGLIA (1962, 1955, 1965) le llevó a la conclusión de que el citotipo diploide presente en la cuenca mediterránea (Marruecos, Argelia, Turquía) debió extenderse a partir de este centro genético hasta penetrar en Sicilia y España (Sierra Morena). La presencia, por otra parte, del nivel tetraploide en la península Italiana y en Francia, con representación también en Por-

tugal e Islas Baleares, permitía pensar que el citotipo tetraploide debía de estar representado en el territorio de la España Peninsular. El hallazgo del citotipo tetraploide en la localidad sevillana de Puebla de Cazalla es importante tenerlo en cuenta para explicar el paso de esta especie desde el norte de Africa a Europa.

7. Género **Ornithogalum**

Los números básicos que existen en las distintas secciones y especies de este género son $x = 5, 6, 7, 8, 9$ y 17 .

La dos especies poliploides que aquí estudiamos. *O. narbonense*, $n = 27$, y *O. umbellatum*, $n = 27$, muestran un comportamiento meiótico distinto. Mientras que *O. narbonense* presenta configuraciones polivalentes (hasta hexavalentes, Fig. 23), *O. umbellatum* no lo hace (Fig. 24). Este hecho indicaría que mientras el nivel hexaploide de *O. umbellatum* ($x = 9, 2n = 54$) está más diploidizado, en cambio el de *O. narbonense* tiene aún un comportamiento más típico de poliploide. En el caso de *O. tenuifolium*, $n = 9 + 1 B.$, los dos cromosomas accesorios no se aparean con los de la dotación normal, pero lo hacen casi siempre entre sí para formar un bivalente con un quiasma terminal o subterminal. Sólo excepcionalmente falla el apareamiento originando células con distribuciones cromosómicas irregulares. El problema del origen y del posible papel que estos cromosomas accesorios pueden haber desempeñado en la evolución es muy discutido. Se puede pensar dado su carácter eucromático que derivan por misdivisión de un cromosoma pequeño metacéntrico (Fig. 13), y que se han diferenciado después.

Por otra parte, su comportamiento meiótico puede ser una fuente de variabilidad cromosómica en individuos de las mismas poblaciones y de aneuploidía en general. NEVES (1952) y MESQUITA (1964) indicaron la presencia de este fenómeno en distintas especies de *Ornithogalum*, y GIMÉNEZ MARTÍN (1958) en una población de *O. umbellatum* de El Escorial, encontró junto a alteraciones estructurales diversas, diferencias cromosómicas ($2n = 18, 19, 20, 21$), que se podrían atribuir, asimismo, a este fenómeno.

8. **Muscari comosum**

GARBARI & GREUTER (1970), apoyándose en características corológicas y en las diferencias observadas en los cariotipos de los distintos táxones,

llegaron a la conclusión de que el género colectivo *Muscari* Miller, que se había dividido en tres secciones, comprende en realidad cuatro géneros distintos: *Muscari* Miller, *Muscarimia* Kostel, *Leopoldia* Parl. *Pseudo-Muscari* Garbari & Greuter. En relación con el caso concreto de *M. comosum*, lo convierten en *Leopoldia comosa* (L.) Parl. Los resultados de nuestro análisis confirman el cariotipo que GARBARI (1969, 1973) asigna al nuevo género *Leopoldia*, así como que difiere significativamente del de los táxones incluidos en las otras secciones o géneros. Es el caso de *Muscari atlanticum* Boiss. & Reuter (*M. racemosum* (L.) Miller) estudiado, asimismo, por nosotros, SAÑUDO & RUIZ REJÓN (1975).

Por otra parte, la determinación del tamaño de los granos de polen de *M. comosum* ($2n = 18$) y *M. racemosum* ($2n = 36$) nos descubre una excepción en la regla general de la existencia de correlación dentro de un género entre el número cromosómico y el tamaño de los granos de polen. En efecto, los tamaños de estos granos, considerados en sus valores medios, son para *M. comosum* ($2n = 18$) $39,2 \pm 1,3 \mu$ (tabla 4), y para *M. racemosum* ($2n = 36$) $24,3 \pm 1,2 \mu$ (SAÑUDO & RUIZ REJÓN, l. c.). Este dato puede ser un indicio más de la falta de parentesco estrecho y de que no constituyen, por tanto, un género homogéneo.

FERTILIDAD Y TAMAÑO DE LOS GRANOS DE POLEN

Por lo que se refiere al tamaño, como ya indicamos en el capítulo de observaciones, dentro de cada género existe una correlación positiva entre el número cromosómico de las especies y el tamaño de los granos de polen. (Véase en la tabla 4 los géneros *Asphodelus*, *Gagea*, *Asparagus* y *Ornithogalum*.) Sería, pues, una confirmación de lo constatado por muchos autores en otros géneros y de la regla general de que en los poliplodes existe un incremento general del tamaño de las células (STEBBINS, 1971).

Por lo que se refiere a la fertilidad, como ya indicamos, asimismo, en las observaciones, existen tan sólo cuatro casos en que se encuentre por debajo del 90 por 100. En *Gagea durieui* ($n = 12$) puede ser debido a que siendo un taxon diploide presenta un tetravalente característico de un heterocigoto para una translocación recíproca desigual entre dos parejas de cromosomas inhomólogos, que puede originar gametos con aberraciones (deficiencias y duplicaciones). Además se han observado

distribuciones anafásicas irregulares. Los otros tres casos, *Gagea durieui*, $2n = 36$, *G. hervieri*, $2n = 48$ y *Ornithogalum narbonense*, $2n = 54$, son tres táxones poliploides. Sin embargo, no se puede establecer una correlación entre poliploidía y la infertilidad, puesto que otros táxones también poliploides, como *Asparagus stipularis*, $2n = 40$, y *Asphodelus fistulosus*, $2n = 56$, pese a serlo y presentar incluso más formaciones polivalentes son completamente fértiles, al menos en apariencia.

Parece más bien que existe correlación entre la infertilidad en el polen y los táxones poliploides en los que están presentes anomalías cromosómicas, como las inversiones (*G. durieui*, *G. hervieri*), o un porcentaje alto de anomalías cromosómicas en meiosis. En la tabla 3 se puede observar que son precisamente los táxones con mayor porcentaje de anomalías en meiosis (*G. durieui*, $2n = 24, 36$, *G. hervieri*, $2n = 48$, y *O. narbonense*) los que tienen una fertilidad más baja (tabla 4).

BIBLIOGRAFÍA

- Battaglia, E. — 1952 — Filogenesi del cariotipo nel genere *Scilla*. II. Cariotipo diploide di *Scilla autumnalis* L. — Atti Soc. Toscana Sci. Nat., Mem., 59 B: 130-145.
- Battaglia, E. — 1955 — Chromosome morphology and terminology. — *Caryologia*, 8: 179-187.
- Battaglia, E. — 1957 — *Scilla autumnalis* L. Biotipi $2n$, $4n$, $6n$ e loro distribuzione geografica — *Caryologia*, 10: 75-95.
- Battaglia, E. — 1965 — *Scilla autumnalis* L. nuovi reporti di biotipi cariologici $2n$, $4n$, $6n$ — *Caryologia*, 17: 557-565.
- D'Amato, F. — 1955 — Revisione citotassonomica del Genere *Colchicum*. I. *C. autumnale* L., *C. lusitanum* Brot. e *C. neopolitanum* Ten. — *Caryologia*, 7: 292-345.
- D'Amato, F. — 1957 — II. Nuove localita di *C. autumnale* L., *C. lusitanum* Brot. e *C. neopolitanum*. Ten. e delimitazione dell'areale delle tre specie nella Penisola Italiana — *Caryologia*, 9: 315-339.
- Darlington, C. D. & A. P. Wylie. — 1955 — Chromosome atlas of flowering plants — George Allen & Unwin, Ltd., London.
- Fedorov (ed.) — 1974 — Chromosome numbers of flowering plant — West Germany.
- Feinbrun, N. — 1958 — Chromosome number and evolution in the Genus *Colchicum* — *Evolution*, 12: 173-188.
- Fernandes, A. — 1950 — Sobre a carilogia de algumas plantas da Serra do Gerês — *Agron. Lusit.*, 12: 551-600.
- Fernandes, A. & Franca, F. — 1976 — Sobre a carilogia das espécies de *Colchicum* existentes em Portugal — Comunicación personal. XII Jornadas de Genética Luso-Españolas. Valencia.

- Garbari, F. — 1969 — Nuove osservazioni citologiche sui generi *Muscari* e *Leopoldia* — Gior. Bot. Ital., 103: 1-9.
- Garbari, F. — 1973 — Le specie del genere *Leopoldia* Parl. (*Liliaceae*) in Italia — Webbia, 28: 57-80.
- Garbari, F. & Greuter, W. — 1970 — On the taxonomy and typification *Muscari* Miller (*Liliaceae*) and allied genera and on the typification of genera names — taxon, 19 (3): 329-335.
- Giménez-Martín, G. — 1958 — Mutaciones espontáneas en *Ornithogalum umbellatum* L. — Phytion, 10: 51-58.
- Löve, A. & Löve, D. — 1961 — Chromosome numbers of North West and Central European plant species — Op. Bot. (Lund.), 5: 1-581.
- Löve, A. & Kjellquist, E. — 1973 — Cytotaxonomy of Spanish plants. II. Monocotyledons — Lagasalia, 3 (2): 147-182.
- Martino'i, G. — 1950 — Studio cariológico della *Gagea Soleirolii* F. Schultz — Caryologia, 3: 72-78.
- Mesquita, J. F. — 1964 — Naturaleza e comportamiento das cromosomas supranumerarios isobraquiais en *Ornithogalum umbellatum* L. — Bol. Soc. Brot., Sér., 2, 38: 119-136.
- Miller, E. W. — 1930 — A preliminary note on the cytology of the *Melanthioideae* section of the *Liliaceae* — Proc. Univ. Durham Philos. Soc., 8: 267-271.
- Morrison, J. W. & Rajhaty, T. — 1960 — Frequency of multivalents in autotetraploid plants — Nature, 187: 528-530.
- Neves, J. B. — 1952 — Estudos cariológicos no Género *Ornithogalum* L. — Bol. Soc. Brot. Sér., 2, 26: 1-192.
- Oliver Jiménez, J. L., M. Ruiz Rejón & A. Sañudo — 1977 — Evidence for duplicated genes in different polyploid levels of *Muscari atlanticum* Boiss. et Reuter — The Isozyme Bulletin, 10: 70-71.
- Ruiz Rejón, M. — 1974 — *Amaryllidaceae, Iridaceae & Liliaceae*, in A. Löve (ed.), IOPB chromosome number reports, 46 — Taxon, 23: 801-806.
- Ruiz Rejón, M. — 1976 — *Amaryllidaceae, Iridaceae & Liliaceae*, in A. Löve (ed.), IOPB chromosome number reports, 52 — Taxon, 23: 341-352.
- Ruiz Rejón, M. & Sañudo, A. — 1976 — Estudios cariológicos en especies españolas del orden *Liliales*. I. *Allium, Lapidra, Narcissus* — Lagasalia, 6 (2): 225-238.
- Ruiz Rejón, M. — 1976 — Estudios cariológicos en especies españolas del orden *Liliales*. II. *Iridaceae* — Cuad. Ci. Biol. (Granada). En prensa.
- Sañudo, A. & Ruiz Rejón, M. — 1975 — Sobre la naturaleza autopolioide de algunas plantas silvestres — Anal. Inst. Bot. Cavanilles, 32 (2): 633-648.
- Stebbins, G. L. — 1971 — Chromosome evolution in higher plants. — Edward Arnold Publishers). Ltd., London.
- Zarharieva, O. I. & Makushenko, L. M. — 1969 — Chromosome numbers of monocotyledons belonging to the families *Liliaceae, Iridaceae, Amaryllidaceae, Araceae* — Bot. Zhurn., 54: 1213-1227.

Departamento de Genética
Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma
Madrid