

TRIFOLIUM SECT. *PARAMESUS* Y SECT. *TRIFOLIASTRUM*
EN LA PENÍNSULA IBÉRICA. II. ESTUDIO CARIOLÓGICO
Trifolium sect. Paramesus and sect. Trifolium in the
Iberian peninsula. II. Karyological study

A.F. MUÑOZ RODRÍGUEZ

Dpto. de Biología y Producción de los Vegetales, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, Universidad de Extremadura. 06071 Badajoz, España.

RESUMEN: El trabajo comprende un estudio de la cariólogía de las especies peninsulares de las secciones *Paramesus* y *Trifolium* del género *Trifolium*.

Se estudia el número cromosómico y se hace una descripción de los cariotipos de un total de 16 de los 19 taxones que se reconocen para este área.

Palabras clave: *Trifolium*, *Leguminosae*, Cariología, Biosistemática, Península Ibérica.

SUMMARY: This research comprise a caryologic study for the species of *Trifolium* sect. *Paramesus* and sect. *Trifolium* occurring in the Iberian Peninsula.

Chromosomic numbers are studied, and descriptions of the cariotypes are done for 16 of the 19 taxa that are recognized in this area.

Keywords: *Trifolium*, *Leguminosae*, Karyology, Biosystematics, Iberian Peninsula.

INTRODUCCIÓN

A nivel cariológico, ambas secciones forman un grupo en el cual todas las especies de las que se conoce el número cromosómico poseen el número básico $x=8$ (ZOHARY & HELLER, 1984), por lo que es de gran importancia la aportación de datos acerca de la morfología de sus cromosomas en el estudio biosis-

temático del grupo. En este sentido es de destacar el estudio llevado a cabo por CHEN & GIBSON (1971), con la aportación de datos cariotípicos de 15 especies de la sect. *Trifolium*, 12 de ellas presentes en la Península. También es de gran importancia el trabajo realizado por PETROVA & KOZUHAROV (1982), quienes abordan el estudio de las especies de *Trifolium* presentes en Bulgaria, 9 de las cuales incluidas en estas secciones, son comunes a nuestra flora. Dentro de la Península se debe mencionar el estudio llevado a cabo por GONZÁLEZ BERNÁLDEZ & *al.* (1973), los cuales aportan datos sobre los cariotipos de 3 especies peninsulares de la sect. *Trifolium*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio cariológico se han empleado radículas, utilizándose como antimitótico la 8-hidroxiquinoleína 0,002 M (TJIO & LEVAN, 1950), como fijador el líquido de Farmer (LÖVE & LÖVE, 1975), y como colorante el carmín alcohólico (SNOW, 1963). Para la medición de los cromosomas se han utilizado fotografías de placas metafásicas ampliadas entre 2400 y 6500 veces, utilizándose las mejores placas observadas entre las radículas estudiadas, 5 por término medio en cada población. La nomenclatura empleada en el tamaño y morfología cromosómica han sido las de STEBBINS (1938) y LEVAN & *al.* (1965) respectivamente, habiéndose utilizado para la asimetría los grados de STEBBINS (1971) y los índices de ROMERO (1986).

RESULTADOS

Sect. *Paramesus* (C. Presl) Berchtold & J. Presl

***Trifolium strictum* L.**

Material estudiado: **Salamanca**. Ledrada, 27.VI.86, J.A. Devesa, J. Herrera & A. Muñoz (UNEX 9921; 2n=16).

El recuento (2n=16) coincide con los de KOZUHAROV & *al.* (1972) y PETROVA & KOZUHAROV (1982) con material búlgaro, así como con el de ANGULO & *al.* (1971) con plantas de Segovia (España), realizado tanto en meiosis como en mitosis. Los cromosomas son pequeños o medianamente pequeños, destacando por su tamaño los del primer par, que posee satélites de dimensiones notables (8,33 % del tamaño total del complemento) (Lámina 1, Tabla III). Su asimetría es baja con respecto a la registrada por PETROVA & KOZUHAROV (1982) y por ANGULO & *al.* (1971), autores estos últimos que describen uno de los pares con una relación entre sus brazos de 2,8.

Sect. *Trifoliasastrum* S.F. Gray

***Trifolium ornithopodioides* (L.) Sm.**

Material estudiado: **Sevilla**. Aznalcázar, 22.IV.78, S. Castroviejo & E. Valdés (SEV 60666; $2n=16$).

El número somático encontrado ($2n=16$) coincide con los recuentos efectuados por TARNAVSCHI (1948; $n=8$) con material rumano, así como con los de KLIPHUIS (1962) y GADELLA & KLIPHUIS (1963) en material holandés. No obstante, discrepa del efectuado por RUTLAND (1941, $2n=18$, sub *Trigonella ornithopodioides*) en plantas de las Islas Británicas. Se trata posiblemente del primer recuento efectuado para la especie con material peninsular. El cariotipo está integrado por cromosomas pequeños y medianamente pequeños (Lámina 1, Tabla III), de tamaño más o menos uniforme salvo en el caso del primer par, que es notablemente mayor que el resto (con satélites que constituyen el 8,07 % del complemento), lo cual se refleja en su índice A2, el más alto entre las especies estudiadas de la sección, y en general son poco asimétricos.

***Trifolium alpinum* L.**

Material estudiado: **Gerona**. Maranges, Refugio Malniu, 11.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 4861; $2n=16$). **Huesca**. Candanchú, Estación de Astún, 19.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 4863; $2n=16$). Hecho, Anchar de Aguas Tuertas, 18.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 9915; $2n=16$). **Lérida**. Puerto de la Bonaigua, 13.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 9895; $2n=16$).

El número diploide $2n=16$ encontrado en todas las poblaciones estudiadas coincide con el hallado por FAVARGER (1953), REESE (1953), NIELSEN (1975) y DELAY (1971, $n=8$), todos con material centroeuropeo. Sin embargo, CODIGNOLA & MAFFEI (1981) indican el número somático $2n=14$ en material italiano, aunque en la microfotografía de la placa metafásica que muestran en su trabajo pueden contarse claramente 16 cromosomas. Los datos aportados aquí son probablemente los primeros para el taxon en material de la Península Ibérica. El cariotipo lo integran cromosomas pequeños y medianamente pequeños (Lámina 2, Tabla III), ninguno claramente diferenciable del resto a pesar de la gran diferencia existente entre el par mayor y el más pequeño. Posee una asimetría media alta y con gran variación entre las distintas parejas. Por la gran asimetría del par VII el grado pasa a ser 2A, apoyando esta diferenciación su alto índice A1.

***Trifolium hybridum* L.**

Material estudiado: **Gerona**. Bellver de Cerdanya, Río Segre, 13.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 4852; $2n=16$).

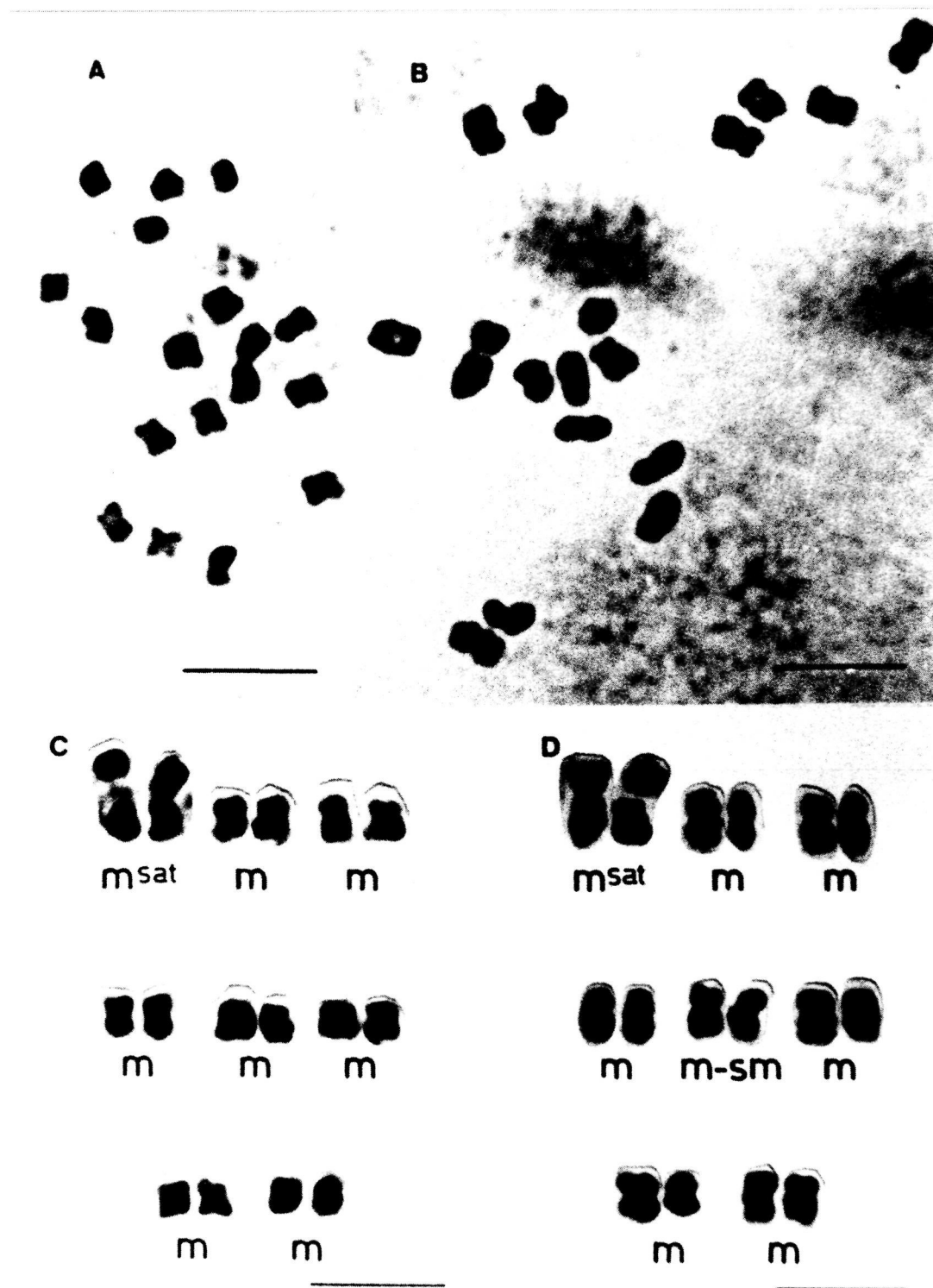


Lámina 1. *Trifolium strictum* (UNEX 9921) **A**: metafase somática, **C**: cariograma. *T. ornithopodioides* (SEV 60666) **B**: metafase somática, **D**: cariograma. La escala equivale a 5 μ m.

ANGULO & FIGUERAS (1983)		16
ARMSTRONG & ROBERTSON (1956 & 1960) *	8,16	16,32
AROHONKA (1982)		16
ARUTIONOVA (1940)		16
ATWOOD & HILL (1940)		16
BIJOK & al. (1970) *	8,16	16,32
BIV & KUMARI (1979)	8	16
BLEIER (1925 a & b)	8	16
BREWBAKER (1952, 1953, 1955 & 1958)		16
BUTTERFASS (1960)		16
CHEN & GIBSON (1971)		16
FRANDSEN (1945) *		16,32
GADELLA & KLIPHUIS (1966 & 1970)		16
HOVIN (1962) *		16,32
KARPECHENKO (1925)	8	16
KAWAKAMI (1930)		16
KEIM (1953)		16
KOZUHAROV & al. (1974)		16
KUZMANOV & STANCEV (1972)		16
LEVAN (1942 & 1945)		16
LÖVE (1954)		16
LÖVE & LÖVE (1944 & 1956)		16
MAJOVSKY & al. (1970 b)		16
METZGER & LENG (1955)		16
NIELSEN (1975)		16
NIELSEN (1975) (subsp. <i>elegans</i>)		16
NODA (1946)	8	16
PETROVA & KOZUHAROV (1982)		16
PETROVA & KOZUHAROV (1982) (subsp. <i>elegans</i>)		16
POGAN & al. (1982)		16
SENN (1938)		16
SKOUSTED (1939)		16
TIEMAN & SCHREITER (1961)		16
TISCHLER (1934 & 1937)		16
TURESSON (1962) *		16,32
UOTILA & PELLINEN (1985)		16
WEXELSEN (1928)		16
WILLIAMS (1980)		16
WIPF (1939)**		16

Tabla I. Números cromosómicos en *T. hybridum* L. (*, recuentos efectuados en plantas obtenidas experimentalmente; **, efectuados en nódulos radicales).

El número diploide encontrado, $2n=16$, coincide con numerosos recuentos efectuados en esta especie (Tabla I), para la que se han obtenido experimentalmente individuos tetraploides ($4x$, $2n=32$) mediante tratamiento con colchicina. Los cromosomas son de tamaño pequeño y medianamente pequeño (Lámina 2, Tabla III), con leves diferencias entre parejas consecutivas, y la asimetría es relativamente uniforme dentro del cariotipo, siendo la media baja. Estos resultados coinciden en líneas generales con los de PETROVA & KOZUHAROV (1982), pero discrepan en cuanto a la asimetría de los cromosomas con el cariograma elaborado por CHEN & GIBSON (1971), del que se deduce un mayor grado de asimetría.

***Trifolium michelianum* Savi**

Material estudiado: **Salamanca**. Forfoleda, Arroyo Cañedo, 27.VI.86, J.A. Devesa, J. Herrera & A. Muñoz (UNEX 4843; $2n=16$).

El número diploide detectado coincide con los resultados hallados por FERNANDES & SANTOS (1971) y ANGULO & FIGUERAS (1983) con material portugués; PETROVA & KOZUHAROV (1982) con plantas búlgaras y por HOVIN (1962), BRITTEN (1963) y CHEN & GIBSON (1971), en poblaciones introducidas en U.S.A. y Australia. El tamaño de los cromosomas es pequeño y uniforme (Lámina 2, Tabla III), y la asimetría es también baja y uniforme, al igual que el índice A_1 , mientras que el índice A_2 muestra un valor medio. Este cariotipo discrepa con el obtenido por CHEN & GIBSON (1971) por la presencia en éste de un par con proporciones entre sus brazos de $L/C=2$, lo que no ha sido observado en ninguna de las placas metafásicas estudiadas en el presente trabajo.

***Trifolium nigrescens* Viv.**

Material estudiado: PORTUGAL. **Douro Litoral**: Porto, Leça de Palmeira, 25.VI.86, J.A. Devesa, J. Herrera & A. Muñoz (SEV 118364; $2n=16$).

El número hallado ($2n=16$) coincide con el indicado por numerosos autores (BREWBAKER, 1955; CHEN & GIBSON, 1970 b & 1971; FERNANDES & SANTOS, 1971; KAZIMIERSKY & KAZIMIERSKA, 1970 & 1973; KEIM, 1953; LARSEN, 1956; NIELSEN, 1975; PETROVA & KOZUHAROV, 1982; PRITCHARD, 1969; STRID, 1971 en mitosis, y por RODRIGUES, 1953 en mitosis y meiosis), a excepción del número $2n=32$ existente en individuos tetraploides obtenidos por inducción con colchicina (BREWBAKER & KEIM 1953; HOVIN, 1962). Todos los cromosomas son pequeños y simétricos, y poseen un alto grado de uniformidad dentro del cariotipo (Lámina 2, Tabla III). El índice A_1 es el menor encontrado en todas las especies estudiadas del género, y su índice A_2 también uno de los menores, resultados que coinciden con los obtenidos por PETROVA & KOZUHAROV (1982) y CHEN & GIBSON (1971), que detectan también un bajo nivel de asimetría cromosómica.

Trifolium pallescens Schreber

Material estudiado: **Gerona**. Ribes de Freser, Coma de Vaca, 4.IX.86, J.A. Mejías & A. Muñoz (UNEX 6246; $2n=16$).

El número cromosómico encontrado coincide con los hallados por TEPPNER (1980), FAVARGER (1965), FAVARGER & HUYNH (1964) y NIELSEN (1975) con material francés; PETROVA & KOZUHAROV (1982) en poblaciones búlgaras; CHEN & GIBSON (1971) con plantas introducidas en U.S.A., y CODIGNOLA & MAFFEI (1983) con material italiano. Se trata posiblemente del primer recuento efectuado en la especie con material peninsular y para el que no se ha podido estudiar la morfología cromosómica debido al escaso material disponible, si bien según los datos de CHEN & GIBSON (1971) y PETROVA & KOZUHAROV (1982) la especie presenta fundamentalmente cromosomas metacéntricos, y un cariotipo con bajo grado de asimetría (1A).

Trifolium occidentale Coombe

Material estudiado: PORTUGAL. **Douro Litoral**: Porto, Leça de Palmeira, 25.VI.86, J.A. Devesa, J. Herrera & A. Muñoz (UNEX 6249; $2n=16$). **Minho**: Carreço, 25.VI.86, J.A. Devesa, J. Herrera & A. Muñoz (UNEX 6250; $2n=16$).

El número encontrado en los dos recuentos efectuados coincide con COOMBE (1961) y COOMBE & MORISSET (1967) en material británico, y con CHEN & GIBSON (1970 a y b, 1971 & 1972 a) en plantas introducidas en U.S.A. siendo, probablemente, los primeros en llevarse a cabo con material de la Península Ibérica. Los cromosomas son pequeños o medianamente pequeños, y la asimetría del cariotipo es media entre las especies estudiadas en esta sección.

Las características cariológicas refuerzan la separación de este taxon respecto de *T. repens*, con el que guarda una notable semejanza morfológica, y también un tamaño cromosómico y asimetría cariotípica similares (Lámina 3, Tabla III), si bien todas las poblaciones estudiadas de *T. occidentale* han presentado $2n=16$, mientras que en *T. repens* $2n=32$ es el número somático más frecuente. Además, en *T. repens* el par de cromosomas satelizado siempre resultó ser el más grande del cariotipo, mientras que en el caso de *T. occidentale* ocupa la quinta posición, característica que se refleja también en los resultados de CHEN & GIBSON (1971), autores que postularon además (CHEN & GIBSON, 1970 a, 1971 & 1972 a) un posible origen autotetraploide de *T. repens* a partir de aquél.

Trifolium repens L. var. **repens**

Material estudiado: **Granada**. Trevélez, 29.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 4245; $2n=32$). **Huelva**. Entre Mazagón y Palos de la Frontera, 26.VI.79, P. Gibbs & al. (SEV 118374; $2n=32$). **Huesca**. Benasque, 14.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 4269; $2n=32$).

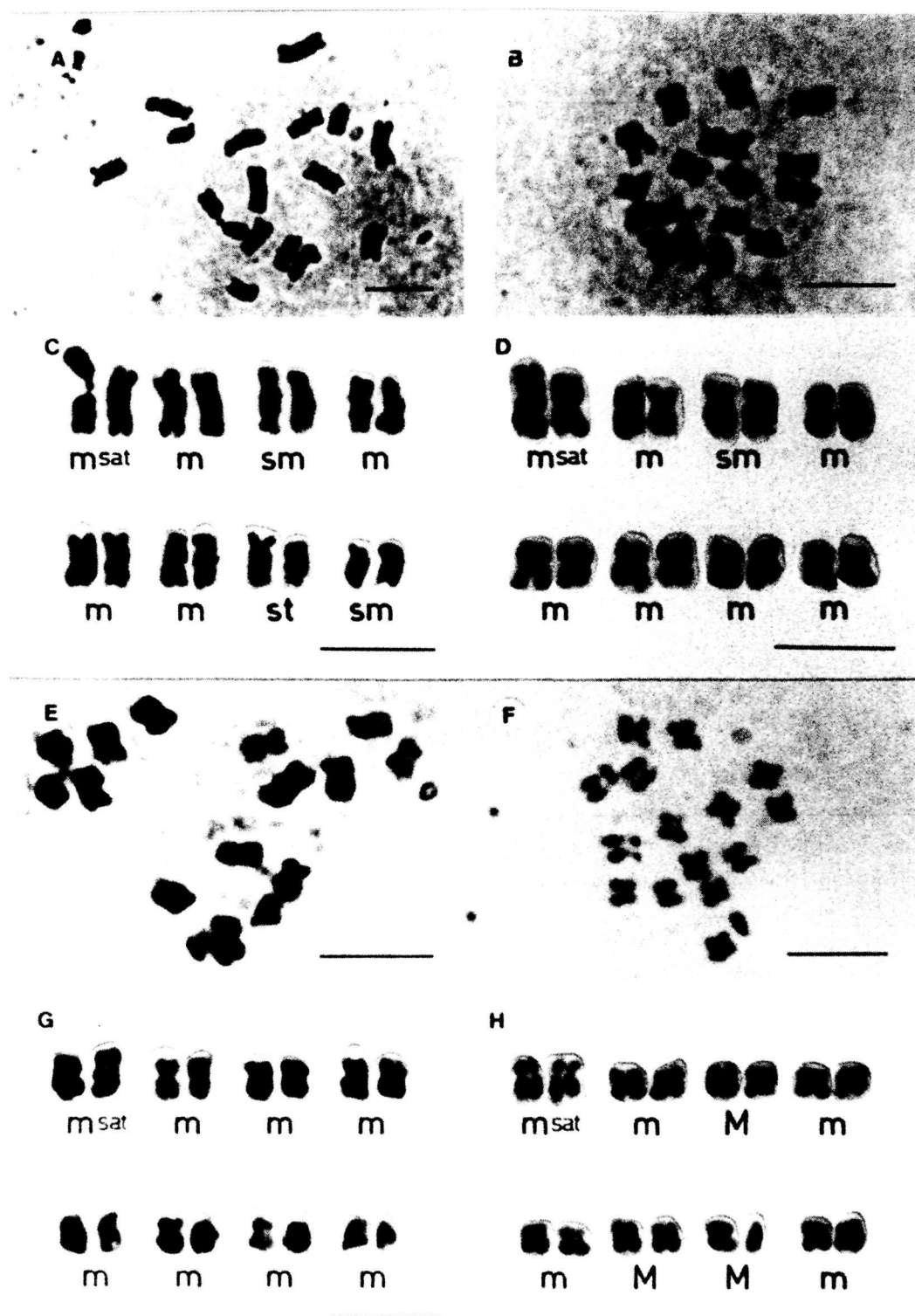


Lámina 2. *Trifolium alpinum* (SEV 118354) **A**: metafase somática, **C**: cariograma. *T. hybridum* (UNEX 4852) **B**: metafase somática, **D**: cariograma. *T. michelianum* (UNEX 4843) **E**: metafase somática, **G**: cariograma. *T. nigrescens* (SEV 118364) **F**: metafase somática, **H**: cariograma. La escala equivale a 5 μ m.

Los conteos efectuados ($2n=32$) coinciden con los de la mayor parte de los autores que han estudiado el taxon (Tabla II), que se interpreta como de carácter tetraploide. Si acaso, insistir nuevamente en que el número $2n=16$ indicado por ERITH (1924) se debe sin duda a un error de redacción, ya que como también advirtieron WEXELSEN (1928) y BRITTEN (1963), en el trabajo de aquél figura una placa meiótica con 16 cromosomas. El número $2n=12$ indicado por MARTIN (1914) es de dudosa credibilidad (también publicó recuentos altamente discordantes para otras especies del género), pues de toda la información cariológica disponible se infiere a lo más la existencia de aneuploides ($2n=28$) originada por pérdida de uno o dos pares de cromosomas.

	n	2n
AROHONKA (1982)		32
ARUTIONOVA (1940)		32
ASTANOVA (1981)		28
ATWOOD (1944) *	16	32,64
ATWOOD & BREWBAKER (1950, 1953) *	16	32,64
ATWOOD & HILL (1940)	16	32
BALAEVA & SIPLIVINSKY (1975)		32
BHAUMIK (1976)	16	32
BIV & KUMARI (1979)	16	32
BLEIER (1925 a & b)	14	
BREWBAKER (1952, 1955)		32
BREWBAKER & KEIM (1953) *		32,64
COOMBE (1961)		32
COOMBE & MORISSET (1967)		32
CHEN & GIBSON (1970 b, 1971 & 1972)	16	32
ERITH (1924)	16	
EVANS (1955)		32
FERNANDES & QUEIROS (1978)		32
FERNANDES & SANTOS (1971)		32
FERNANDES & al. (1977)		32
FRANDSEN (1945)		32
GADELLA & KLIPHUIS (1970)		32
HOVIN (1962)		32
KARPECHENKO (1925)		32
KAWAKAMI (1930)	16	
KAZIMIERSKI & KAZIMIERSKA (1968, 1970 & 1972)	16	32
KEIM (1953)		32
KLIPHUIS & WIEFFERING (1979)		32
KOZUHAROV & al. (1973, 1974, 1975)		32
KROGULEVICH (1976)		32
KUZMANOV & STANCEV (1972)		32
LEVAN (1942, 1945) *		64
LÖVE (1954)		32
LÖVE & LÖVE (1944, 1956)		32
MAJOVSKY & al. (1970 a)		32
MARTIN (1914)	c.12	

MORIYA & KONDO (1950) ***	16,24	
NIELSEN (1975)		32
NODA (1946)	16	32
PANDEY (1957)		32
PODLECH & DIETERLE (1969)	16	
POGLIANI (1971)		32
PRITCHARD (1967)		32
ROHWEDER (1937)		32
SCHIFINO & MORALES (1988)	16	32
SENN (1938)	16	
SOKOLOVSKAYA & STRELKOVA (1948)		32
TATUNO & KODAMA (1965) **		32,64
TIEMANN & SCHREITER (1961)	16	32
TISCHLER (1934, 1937)		32
TURESSON (1962)		32
UOTILA & PELLINEN (1985)		32
VAN LOON & VAN SETTEN (1982)		32
WEXELSEN (1928)		32
WILLIAMS (1978)		32
WILLIAMS & VERRY (1981)		32
WILLIAMS & WHITE (1976)		32
WIPF (1939)		32

Tabla II. Números cromosómicos en *T. repens* var. *repens* (*, recuentos efectuados en plantas obtenidas experimentalmente; **, efectuados en nódulos radicales; ***, efectuados en plantas cultivadas).

Todos los cromosomas son pequeños -no hay además diferencias grandes entre los distintos pares del cariotipo- y sólo uno de los pares está satelizado (el más grande) (Lámina 3, Tabla III), lo que coincide con los resultados obtenidos en estudios previos de la especie, a excepción de los obtenidos por PETROVA & KOZUHAROV (1982), quienes señalan la existencia de dos pares satelizados. El grado de asimetría cariotípica encontrado está de acuerdo con los datos aportados por CHEN & GIBSON (1971 & 1972 a), PRITCHARD (1967) y PETROVA & KOZUHAROV (1982) en esta especie, considerada como un poliploide muy relacionado con *T. occidentale* y *T. nigrescens*. CHEN & GIBSON (1971) postulan la posible desaparición de un segundo par de cromosomas satelizados por la pérdida de función de estas constricciones secundarias accesorias.

Trifolium repens var. **nevadense** (Boiss.) C. Vicioso

Material estudiado: **Granada**. Borreguiles del río Monachil, Barranco del Prado Redondo, 30.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 4277; 2n=32).

Es la primera vez que se estudia este taxon desde el punto de vista cariológico, habiéndose encontrado $2n=32$. Excepto en el tamaño de los cromosomas (medianamente pequeños), las características cariológicas de esta variedad son muy semejantes a las de la variedad típica (Lámina 3, Tabla III).

***Trifolium thalii* Viv.**

Material estudiado: **Huesca**. Hecho, Anchar de Aguas Tuertas, 1400 msm, 18.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 6259; $2n=16$). Sallent de Gállego, 1500 msm, 17.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 6260; $2n=16$).

El número encontrado ($2n=16$) coincide con el de todos los autores que han estudiado previamente el taxon, como KÜPFER (1974) y NIELSEN (1975), utilizando material francés; BLEIER (1925 a & b; $n=8$), en plantas suizas; CODIGNOLA & MAFFEI (1983) con material italiano y CHEN & GIBSON (1971) en plantas introducidas en U.S.A. Para la Península Ibérica se conoce el recuento efectuado por ANGULO & *al.* (1981) en material de origen desconocido. El cariotipo analizado lo integran cromosomas pequeños y de tamaño uniforme (Lámina 4, Tabla III), y se caracteriza por presentar el valor del índice A2 más bajo de todas las especies estudiadas. La morfología cromosómica es similiar a la señalada por CHEN & GIBSON (1971), salvo en la posición del par submetacéntrico (VIII), que ellos sitúan en tercera posición.

***Trifolium isthmocarpum* Brot.**

Material estudiado: **Cádiz**. Los Barrios, Montera del Torero, A. Muñoz & C. Romero (SEV 118368; $2n=16$). Entre Villamartín y Jerez de la Frontera, 11.VII.86, A. Muñoz & J.M. Polo (UNEX 4235; $2n=16$). **Sevilla**. La Puebla del Río, Venta del Cruce, 17.VII.86, C. López & A. Muñoz (UNEX 4242; $2n=16$).

Los datos cariológicos obtenidos coinciden con los de KAZIMIERSKI & KAZIMIERSKA (1972 & 1973), CHEN & GIBSON (1971), y AHUJA (1955), así como con los recuentos llevados a cabo en material portugués por FERNANDES & SANTOS (1971 & 1975). Los cromosomas son metacéntricos o submetacéntricos, y son pequeños o medianamente pequeños (hay gran diferencia entre el par mayor y el menor), poseyendo un alto valor del índice A2 dentro de la sección (Lámina 4, Tabla III). Además, es también característico el gran tamaño de los satélites, pues suponen el 7,22 % del tamaño total del complemento cromosómico. Aunque CHEN & GIBSON (1971) señalaron la existencia en esta especie de dos pares de cromosomas satelizados (parejas tercera y cuarta), en el presente estudio sólo se reconoce una pareja satelizada, aunque se observa la existencia de una constricción secundaria muy cercana al centrómero en el segundo par.

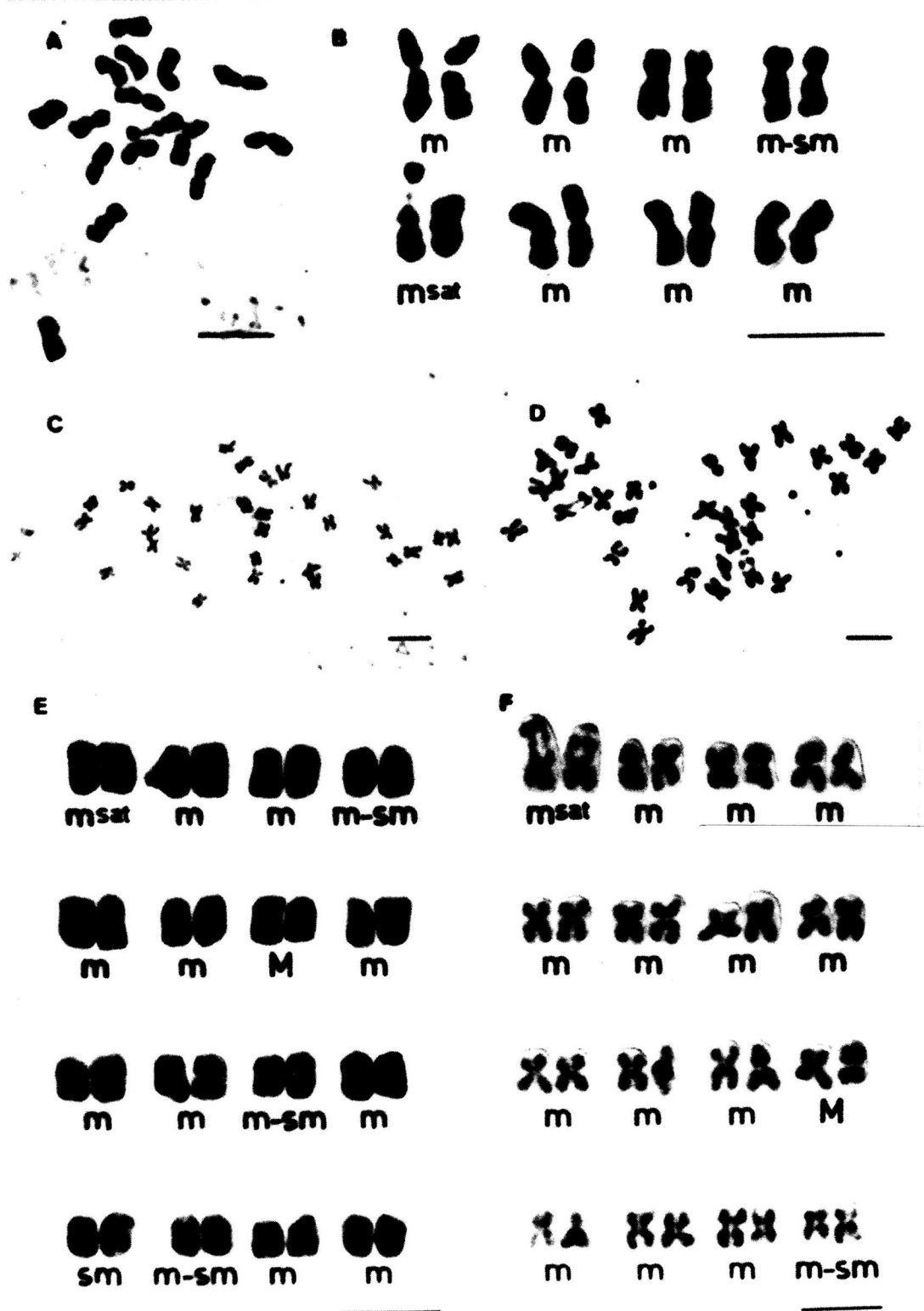


Lámina 3. *Trifolium occidentale* (UNEX 4275) **A**: metafase somática, **B**: cariograma. *T. repens* var. *repens* (UNEX 4269) **C**: metafase somática, **E**: cariograma. *T. repens* var. *nevadense* (UNEX 4277) **D**: metafase somática, **F**: cariograma. La escala equivale a 5 μ m.

Trifolium montanum L. var. **montanum**

Material estudiado: **Gerona**. Ribes de Freser, La Malcó, 4.IX.86, J.A. Mejías & A. Muñoz (UNEX 6240; $2n=16$). **Huesca**. Benasque, Baños de Benasque, 19.VIII.86, A. Muñoz (UNEX 6241; $2n=16$).

El número diploide obtenido ($2n=16$) coincide con la mayoría de los recuentos efectuados por numerosos autores que han estudiado el taxon (ARUTIONOVA, 1940; CHEN & GIBSON, 1971; CODIGNOLA & MAFFEI, 1983; EL-BABA, 1976; GUINOCHET & LOGEOIS, 1962; KARPECHENKO, 1925; KOZUHAROV & *al.*, 1972; KUZMANOV & STANCEV, 1972; LÖVE & KJELLQUIST, 1974; MAJOVSKY & *al.*, 1970a; NIELSEN, 1975; PETROVA & KOZUHAROV, 1982; POLYA, 1950; SKALINKSA & *al.*, 1976; y TISCHLER, 1934), exceptuando a BLEIER (1925 a), que encontró $n=9$ número que constituiría incluso un número básico nuevo para el género y de dudosa credibilidad para algunos autores (WEXELSEN, 1928; PETROVA & KOZUHAROV, 1982). Para la especie se ha indicado también el número $2n=32$, observado por CHEN & GIBSON (1971), en células radicales junto a células diploides de la misma raíz, lo que podría explicarse por la presencia de nódulos de *Rhizobium* sp., pues ya autores como TATUNO & KODAMA (1965) señalaron la abundancia de células tetraploides (en otras especies) cuando se daba el fenómeno.

Todos los cromosomas son de tamaño medianamente pequeño, no existiendo grandes diferencias entre parejas (Lámina 4, Tabla III). Su asimetría cariotípica es muy alta, lo que coincide con los resultados obtenidos por CHEN & GIBSON (1971) y PETROVA & KOZUHAROV (1982). Esta especie es una de las que poseen mayor índice A₁, mientras que su índice A₂ es bajo.

Trifolium retusum L.

Material estudiado: **Zamora**. Cazurra, 27.VI.86, A. Muñoz & *al.* (UNEX 4232; $2n=16$).

Los resultados obtenidos en este estudio ($2n=16$), coinciden con los recuentos efectuados también con material de la Península Ibérica por GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ & *al.* (1973), así como con los de KARPECHENKO (1925) en material ruso; KOZUHAROV & *al.* (1974) y PETROVA & KOZUHAROV (1982) con material búlgaro, y con los aportados por CHEN & GIBSON (1971) y ANDERSON & *al.* (1972) para plantas introducidas en U.S.A.

En relación con las características del complemento cromosómico los resultados obtenidos (Lámina 5, Tabla III), coinciden con los mostrados por CHEN & GIBSON (1971) y discrepan, sin embargo, con los de GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ & *al.* (1973), en cuanto al menor grado de asimetría del cariotipo propuesto por estos autores. De acuerdo con PETROVA & KOZUHAROV (1982), además de los autores antes mencionados, el cariotipo está compuesto por cromosomas pequeños de asimetría alta, contando con cuatro parejas de cromosomas submetacéntricos, tres de las cuales poseen una proporción entre el brazo largo y el brazo corto de 1,9.

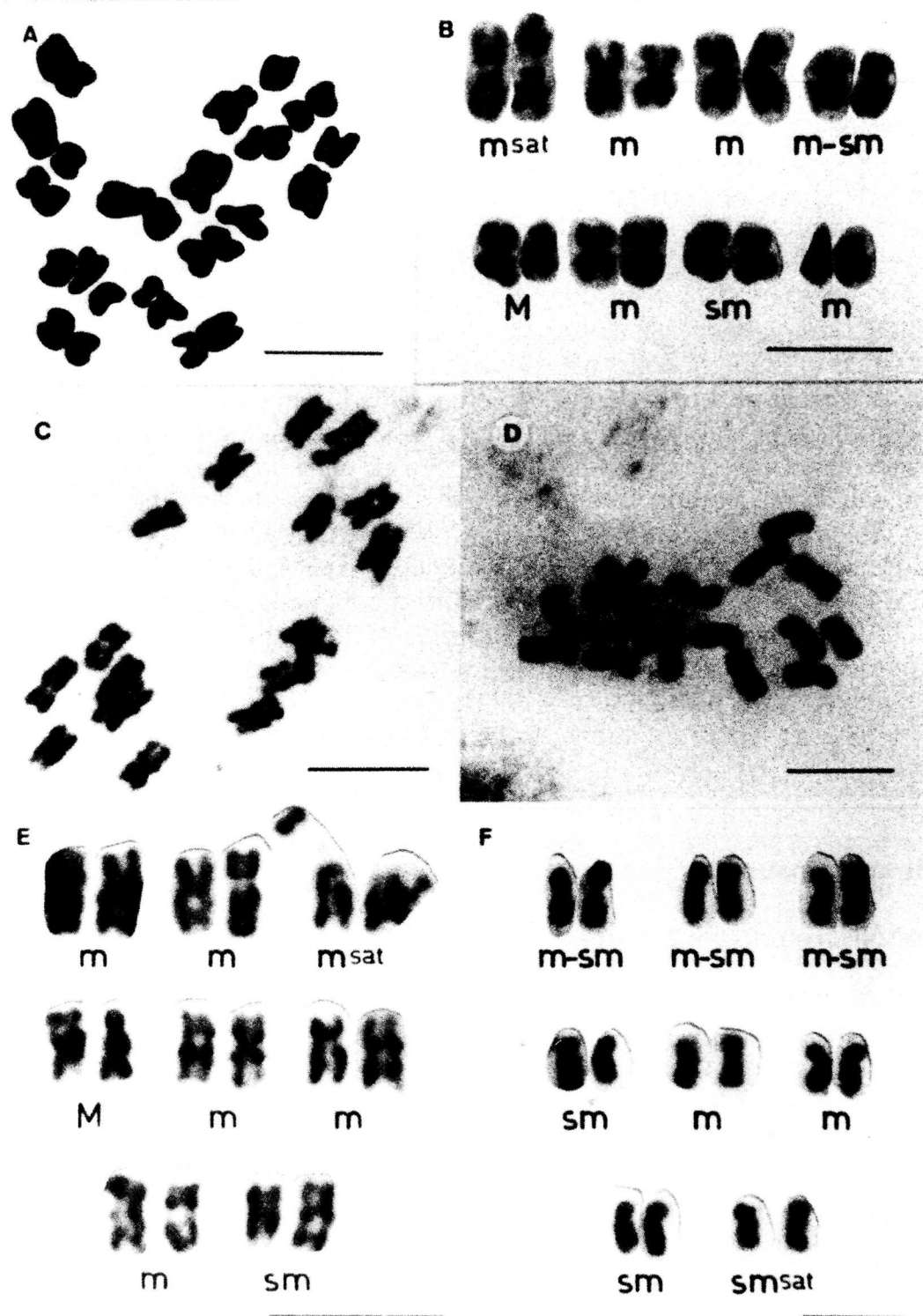


Lámina 4. *Trifolium isthmocarpum* (UNEX 4235) **A**: metafase somática, **B**: cariograma. *T. thalii* var. *repens* (UNEX 6259) **C**: metafase somática, **E**: cariograma. *T. montanum* var. *montanum* (UNEX 6241) **D**: metafase somática, **F**: cariograma. La escala equivale a 5 μ m.

Tamaño (µm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	x	S	n	Tt	I. Stebbins	A1	A2
Asimetría									x		Sn	Fórmula			
T. strictum															
Tamaño	2,4(1,0)	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	0,35		24,0			
Asimetría	1,6	1,2	1,4	1,2	1,1	1,1	1,2	1,6	1,3	0,19		14m+2m ^{sat}	1A	0,231	0,233
T. ornithopodioides															
Tamaño	3,0(1,3)	2,1	2,1	1,9	1,9	1,9	1,6	1,6	2,0	0,41		32,2			
Asimetría	1,4	1,3	1,6	1,3	1,7	1,3	1,4	1,2	1,4	0,16		12m+2msat+2m-sm	1A	0,286	0,205
T. alpinum															
Tamaño	3,1(1,4)	3,0	2,8	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	2,5	0,40		40,0			
Asimetría	1,5	1,2	2,1	1,1	1,3	1,1	3,3	2,1	1,7	0,71		8m+2msat+4sm+2st	2A	0,412	0,160
T. hybridum															
Tamaño	2,5(1,0)	2,2	2,2	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	2,0	0,27		32,0			
Asimetría	1,4	1,4	1,8	1,2	1,3	1,3	1,4	1,2	1,4	0,18		12m+2msat+2sm	1A	0,286	0,135
T. michelianum															
Tamaño	2,1(0,6)	1,8	1,7	1,7	1,7	1,5	1,4	1,2	1,6	0,25		26,2			
Asimetría	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2	0,08		14m+2msat	1A	0,167	0,156
T. nigrescens															
Tamaño	1,6(0,5)	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,4	0,12		22,2			
Asimetría	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	0,05		6M+8m+2msat	1A	0,091	0,086
T. occidentale															
Tamaño	2,5	2,4	2,2	2,2	2,1(0,6)	2,1	2,0	2,0	2,2	0,19		34,8			
Asimetría	1,5	1,3	1,5	1,7	1,1	1,2	1,3	1,2	1,4	0,19		12m+2msat+2m-sm	1A	0,286	0,086
T. repens var. repens															
Tamaño	2,0(0,6)	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	0,16		55,2			
	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4							
Asimetría	1,1	1,4	1,3	1,7	1,3	1,3	1,0	1,1	1,3	0,25					
	1,1	1,4	1,7	1,4	1,8	1,7	1,1	1,2				2M+20m+2msat+6m-sm+2sm	1A	0,231	0,094
T. repens var. nevadense															
Tamaño	2,7(0,8)	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,4	0,17		75,2			
	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,0							
Asimetría	1,1	1,4	1,4	1,1	1,3	1,5	1,3	1,3	1,3	0,19					
	1,3	1,6	1,2	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7				2M+26m+2msat+2m-sm	1A	0,231	0,071
T. thalii															
Tamaño	2,3	2,3	2,2(0,5)	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,1	0,12		34,0			
Asimetría	1,4	1,5	1,3	1,0	1,6	1,3	1,4	1,8	1,4	0,22		2M+10m+2msat+2sm	1A	0,286	0,057
T. isthmocarpum															
Tamaño	3,0(1,3)	2,7	2,6	2,1	2,0	2,0	1,9	1,7	2,3	0,43		36,0			

Tamaño (µm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	x	S n	Tt	I. Stebbins	A1	A2
Asimetría									x	Sn	Fórmula			
Asimetría	1,4	1,6	1,3	1,7	1,0	1,1	2,0	1,2	1,4	0,312	M+8m+2msat+2m-sm+2sm2A	0,286		0,187
T. montanum var. montanum														
Tamaño	2,9	2,7	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,5	0,22	40,6			
Asimetría	1,7	1,7	1,7	2,0	1,2	1,6	1,8	1,8	1,7	0,214	m+6m-sm+4sm+2smsat	2A	0,412	0,088
T. retusum														
Tamaño	2,3	2,3	2,3(0,5)	2,2	2,1	2,0	2,0	1,6	2,1	0,22	33,6			
Asimetría	1,3	1,9	1,1	1,9	1,3	1,9	1,8	1,3	1,6	0,32	6m+2msat+8sm	1A	0,375	0,105
T. cernuum														
Tamaño	2,1	2,0	2,0	1,8	1,8	1,8	1,8(0,5)	1,7	1,9	0,13	30,00			
Asimetría	1,9	1,8	1,4	1,4	1,9	2,3	1,1	2,2	1,8	0,39	4m+2msat+10sm	2A	0,444	0,068
T. glomeratum														
Tamaño	1,8	1,8	1,8	1,6	1,5	1,5(0,5)	1,4	1,4	1,6	0,17	25,6			
Asimetría	1,5	1,2	1,7	1,1	1,2	1,5	1,1	1,6	1,4	0,21	12m+2msat+2m-sm	1A	0,286	0,106
T. suffocatum														
Tamaño	2,0	1,9	1,9	1,7	1,7	1,7(0,5)	1,6	1,5	1,8	0,16	28,0			
Asimetría	1,4	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	1,0	1,6	1,3	0,18	2M+12m+2msat	1A	0,231	0,089

Tabla III. Datos cariológicos de las especies estudiadas, referidos a sus tamaños cromosómicos y Asimetría. x: media; Sn: desviación típica; Tt: tamaño total del cariotipo; I. Stebbins: Índice de asimetría de Stebbins (1971); A1 y A2: Índices de asimetría de Romero (1986).

Trifolium cernuum Brot.

Material estudiado: **Pontevedra**. Salcido, 25.VI.86, A. Muñoz & al. (UNEX 4234; 2n=16). **Sevilla**. La Puebla del Río, Venta del Cruce, 17.VII.86, C. López & A. Muñoz (UNEX 9916; 2n=16).

Los recuentos efectuados son probablemente los primeros en llevarse a cabo con material español, si bien para la Península Ibérica ya se había indicado el número 2n=16 en plantas portuguesas (PRITCHARD, 1969; FERNANDES & al., 1977; FERNANDES & SANTOS, 1971 & 1975). Los cromosomas son muy uniformes en cuanto al tamaño, siendo todos pequeños y dando lugar a uno de los índices A2 más pequeños entre las especies estudiadas (Lámina 5, Tabla III). Sin embargo, su asimetría es muy alta, llegando a poseer cuatro pares de cromosomas submetacéntricos, dos de los cuales poseen el brazo largo más de dos veces más largo que su

brazo corto (poseyendo el índice A1 más alto), lo que sitúa a esta especie en el grado de asimetría 2A.

Trifolium glomeratum L.

Material estudiado: **Córdoba**. Trassierra, 29.V.86, J. Herrera & A. Muñoz (UNEX 4230; 2n=16). **Huelva**. Aljaraque, 3.VII.86, C. López & A. Muñoz (UNEX 4241; 2n=16).

Los resultados obtenidos coinciden con los recuentos de la mayoría de los autores que han estudiado el taxon (COLOMBO & *al.*, 1980; CHEN & GIBSON, 1971; KOZUHAROV & *al.*, 1974; NIELSEN, 1975; PETROVA & KOZUHAROV, 1982; PRITCHARD, 1969; y WEXELSEN, 1928), destacando los de GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ & *al.* (1973) y ANGULO & *al.* (1981) con material de España peninsular; DAHLGREN & *al.* (1971), con material de las Islas Baleares, y FERNANDES & SANTOS (1971 & 1975) y FERNANDES & *al.* (1977) con material portugués. Distinguiéndose los números $n=7$ y $2n=14$ indicados por BLEIER (1925 a & b) que apuntarían la existencia probablemente de un citotipo originado por pérdida de un par de cromosomas, lo cual se podría ver reforzado por los recuentos de WIPF (1939) ($2n=14$, 28) efectuados en nódulos radicales.

Las dos poblaciones estudiadas presentaron cromosomas pequeños y uniformes tanto en tamaño como asimetría (Lámina 5, Tabla III), datos que coinciden con las observaciones de PETROVA & KOZUHAROV (1982), CHEN & GIBSON (1971) y a grandes rasgos también con el cariotipo obtenido por GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ & *al.* (1973), que se diferencia del complemento esbozado aquí por la diferente ordenación del cariograma y la posición ocupada por el par satelizado, diferencias en todo caso poco relevantes debido a la gran uniformidad de la morfología cromosómica.

Trifolium suffocatum L.

Material estudiado: **Almería**. Cabo de Gata, 17.IV.86, J. Herrera & A. Muñoz (UNEX 9898; 2n=16). **Huelva**. Almonte, El Rocío, Marismas, 3.VII.86, C. López & A. Muñoz (UNEX 9902, 2n=16).

El número diploide encontrado ($2n=16$) coincide con recuentos anteriores efectuados por FERNANDES & *al.* (1977), FERNANDES & SANTOS (1971) y GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ & *al.* (1973) en poblaciones portuguesas; con los de PETROVA & KOZUHAROV (1982) con material búlgaro y con los efectuados por CHEN & GIBSON (1971) y PRITCHARD (1969) con plantas introducidas U.S.A. y en Australia, respectivamente. Todos los cromosomas son pequeños y de bajo nivel de asimetría, lo que coincide con los resultados obtenidos por CHEN & GIBSON (1971) y GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ & *al.* (1973), si bien la ordenación dada al cariograma por estos últimos autores difiere en cuanto al par satelizado y al par más asimétrico del cariotipo (Lámina 5, Tabla III).

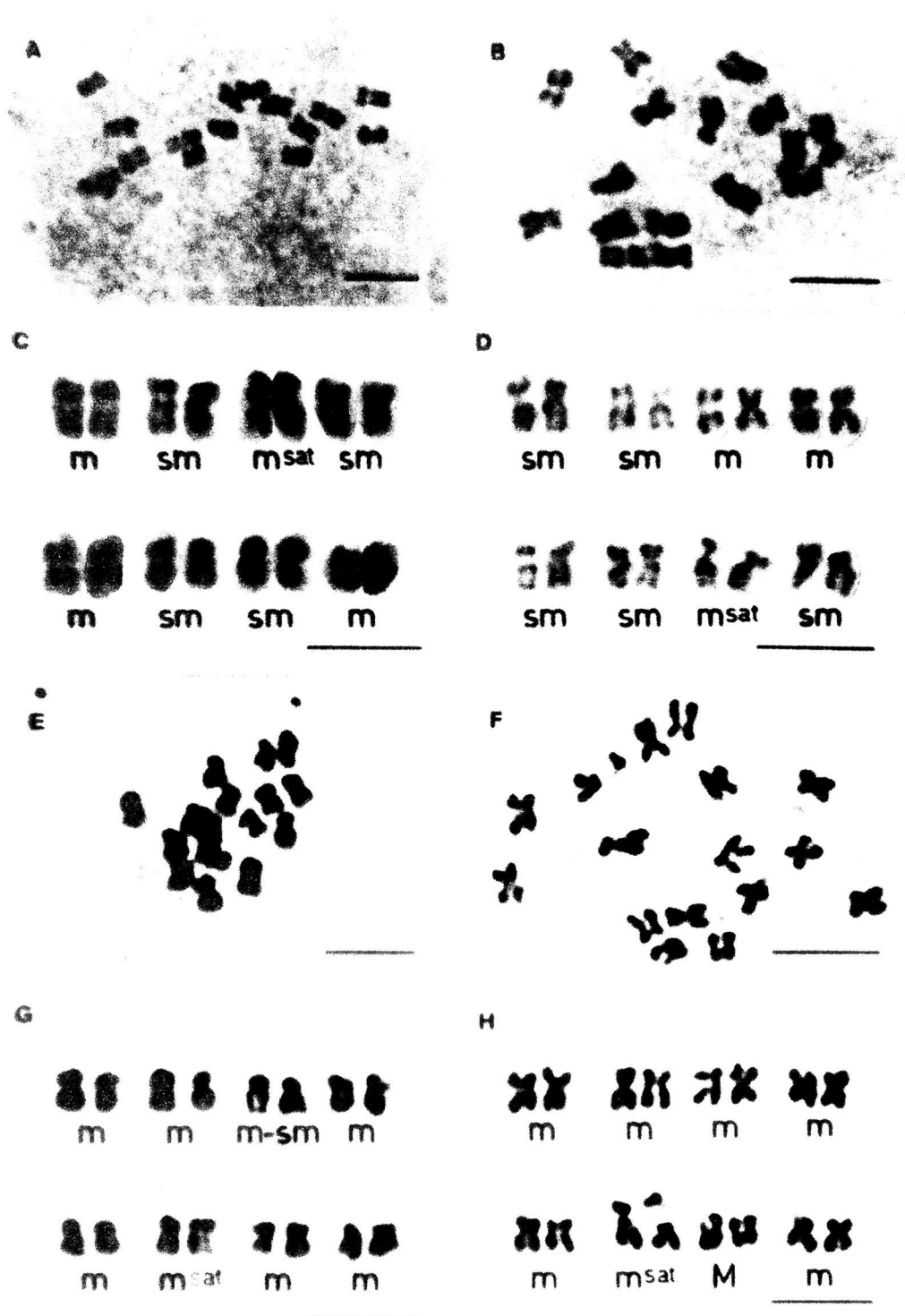


Lámina 5. *Trifolium retusum* (UNEX 4232) **A**: metafase somática, **C**: cariograma. *T. cernuum* (UNEX 4234) **B**: metafase somática, **D**: cariograma. *T. glomeratum* (UNEX 4241) **E**: metafase somática, **G**: cariograma. *T. suffocatum* (UNEX 9902) **F**: metafase somática, **H**: cariograma. La escala equivale a 5 μ m.

DISCUSIÓN

Todas las especies estudiadas poseen como número básico $x=8$, al igual que los datos registrados a nivel mundial por ZOHARY & HELLER (1984), si bien en algunas de ellas (*T. repens*, *T. retusum* y *T. glomeratum*) pueden aparecer esporádicamente números originados probablemente por pérdida de un par de cromosomas, lo que entraña la aparición de números básicos de carácter derivado como $x=7$. Por el contrario, algunos recuentos en *T. ornithopodioides* y *T. montanum* var. *montanum* indicarían la existencia del número básico $x=9$, originado por ganancia cromosómica.

En todos los casos los números encontrados corresponden al nivel diploide, exceptuando el caso de las variedades de *T. repens* ($2n=32$, $4x$), de carácter claramente poliploide, un fenómeno que en condiciones naturales se ha señalado también en el grupo para *T. hybridum* y *T. montanum* var. *montanum*.

De todas las especies estudiadas de la sección *T. repens* es la que presenta mayor complejidad si se atiende la diversidad de recuentos que se le atribuyen en la bibliografía ($2n=16$, $n=24$, $2n=28$, $2n=30$ y $2n=32$), y que ponen de manifiesto la existencia de un complejo poliploide, siendo el citotipo diploide ($2n=16$) muy raro. De estos números indicados, el nivel hexaploide ($n=24$) fue indicado por MORIYA & KONDO (1950) en material de origen cultivado, por lo que es muy posible que su origen sea experimental, y los números $2n=30$ y $2n=28$ tal vez podrían haberse originado por pérdida de uno o dos pares de cromosomas, respectivamente.

El tamaño de los cromosomas oscila entre 1,2 y 3,1 μm (Tabla III), por lo que se consideran pequeños o medianamente pequeños. Los menores tamaños se han detectado en *T. nigrescens* ($x=1,4 \mu\text{m}$) y los mayores en *T. montanum* y *T. alpinum* ($x=2,5 \mu\text{m}$), siendo las especies perennes las que presentaron en general un tamaño medio de los cromosomas mayor que en las especies anuales: 2,2 μm y 1,8 μm , respectivamente.

Ningún cariotipo alcanzó el grado B de asimetría (STEBBINS, 1971), y en cuanto al índice A_2 (ROMERO, 1986), existen cariotipos muy uniformes en cuanto al tamaño de los cromosomas, como ocurre en *T. thalii*, que mostró un índice $A_2=0,07$, y cariotipos con notables diferencias de tamaño entre las distintas parejas, como *T. ornithopodioides*, cuyo índice A_2 resultó ser 0,205, destacando el único representante de la sect. *Paramesus* que presentó un índice $A_2=0,233$ claramente superior al de las especies de la sect. *Trifolium* (Tabla III).

En cuanto a la razón entre los brazos de los distintos cromosomas existe un claro predominio de los cromosomas metacéntricos, siendo la asimetría media en todas las especies estudiadas de 1,43. La especie que presentó una menor asimetría fue *T. nigrescens* ($A_1=0,091$) y la que presentó los cromosomas más asimétricos fue *T. cernuum* ($A_1=0,444$). No se han encontrado diferencias entre la asimetría media de las especies perennes (1,45) y la de las anuales (1,40). Sólo *T. alpinum*, *T. montanum*, *T. isthmocarpum* y *T. cernuum* han mostrado un grado de asimetría de tipo 2A (STEBBINS, 1971), poseyendo al menos algún par de cromosomas con una relación entre sus brazos mayor a 2 (Tabla III).

En todos los cariotipos estudiados se ha detectado la presencia de sólo un par de cromosomas satelizados, lo que es casi general en *Trifolium*. Dicho par es en la mayoría de los casos el de mayor tamaño, a excepción de las cuatro especies estudiadas de la subsección *Micrantheum*. El tamaño de los satélites oscila entre 0,5 y 1,4 μm , y su tamaño relativo dentro del complemento varía entre el 2,94 % (*T. thalii*) y el 8,07 % en *T. ornithopodioides* dentro de la sect. *Trifolium*, siendo superior en *T. strictum* (sect. *Paramesus*) donde alcanza el 8,33 %. No existen grandes diferencias respecto de este carácter entre las especies anuales (media de 4,77 %) y perennes (media de 4,91 %).

AGRADECIMIENTOS

A los Profesores Doctores J.A. Devesa Alcaraz (Universidad de Extremadura) y S. Talavera Lozano (Universidad de Sevilla) por su colaboración y dirección en la elaboración de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- AHUJA, M.R. (1955): Chromosome numbers of some plants. *Ind. Jour. Genet. Pl.-Breed.* 15(2): 142-143.
- ANDERSON, M.K., N.L. TAYLOR & G.B. COLLINS (1972): Somatic chromosome numbers in certain *Trifolium* species. *Canad. Jour. Genet. Cytol.* 14: 139-145.
- ANGULO, M.D. & M.C. FIGUERAS (1983): Nota complementaria sobre números cromosómicos y de sacos polínicos en especies de *Trifolium*. *Genét. Ibér.* 35: 75-86.
- ANGULO, M.D. & M.C. FIGUERAS & A.M. SÁNCHEZ DE RIVERA (1981): Estudios cariohistológicos en el género *Trifolium*. *Bol. Soc. Brot. sér. 2*, 53: 875-883.
- ANGULO, M.D., A.M. SÁNCHEZ DE RIVERA & F. GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ (1971): Estudios cromosómicos en el género *Trifolium* V. *Bol. Soc. Brot. sér. 2*, 45: 253-267.
- ARMSTRONG, J.M. & R.W. ROBERTSON (1956): Studies of colchicine-induced tetraploids of *Trifolium hybridum* I. Cross and self-fertility and cytological observations. *Canad. Jour. Bot.* 36: 225-266.
- ARMSTRONG, J.M. & R.W. ROBERTSON (1960): Studies of colchicine-induced tetraploids of *Trifolium hybridum* II. Comparison of characters in tetraploid and diploid. *Canad. Jour. Genet. Cytol.* 2: 371-378.
- AROHONKA, T. (1982): Chromosome count of vascular plants of the island Seili in Navo, SW Finland. *Turum Yliop. Biol. Laitok. Julkais.* 3: 1-12.
- ARUTIONOVA, A. (1940): Chromosome morphology in certain species of clover. *Compt. Rend. Acad. URSS.* 27: 825-827.
- ASTANOVA, S.B. (1981): Chromosome numbers of *Leguminosae* of flora in Tajikistan. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR* 24: 61-63.
- ATWOOD, S.S. (1944): Colchicine-induced polyploids in white clover. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 36: 173-174.

- ATWOOD, S.S. & J.L. BREWBAKER (1950): Multiple oppositional alleles in autopoloid white clover. *Genetics* 35: 635.
- ATWOOD, S.S. & J.L. BREWBAKER (1953): Incompatibility in autopoloid white clover. *Cornell Univ. Mem.* 319: 1-47.
- ATWOOD, S.S. & H.D. HILL (1940): The regularity of meiosis in microsporocytes of *Trifolium repens*. *Amer. Jour. Bot.* 27(9): 730-735.
- BALAEVA, V.A. & V.N. SIPLIVINSKY (1975): Chromosome numbers and taxonomy of some species of Baikal flora. *Bot. Zurn.* 60(6): 864-872.
- BHAUMIK, G.H. (1976): Cytological investigations on some members of the Tribe *Trifolieae* (family Papilionaceae). *Sci. Cult.* 42: 322-324.
- BIJOK, K., K.M. GORAL & S. GORAL (1970): Embriological studies on di- and tetraploid forms of *Trifolium hybridum* L. *Acta Agrobot.* 23: 279-295.
- BIV, S.S. & S. KUMARI (1979): Cytological evolution of the leguminous flora of the Punjal plain. *Rec. Res. Pl. Sci. (New Delhi)* 7: 252-260.
- BLEIER, H. (1925 a): Chromosomenstudien bei der Gattung *Trifolium*. *Jahrb. Wiss. Bot.* 64(4): 604-636.
- BLEIER, H. (1925 b): Chromosomenzahlen und Kern volumina in der Gattung *Trifolium*. *Ber. Deutsch Bot. Ges.* 43(5): 236-238.
- BREWBAKER, J.L. (1952): Colchicine induction of tetraploids in *Trifolium* species. *Agron. Jour.* 44: 592-594.
- BREWBAKER, J.L. (1953): Oppositional allelism in diploid and autotetraploid *Trifolium hybridum* L. *Genetics* 38: 444-455.
- BREWBAKER, J.L. (1955): Studies of oppositional allelism in *Trifolium nigrescens*. *Hereditas* 41(3/4): 367-375.
- BREWBAKER, J.L. (1958): Selfcompatibility in tetraploid strains of *Trifolium hybridum*. *Hereditas* 44: 547-553.
- BREWBAKER, J.L. & W.F. KEIM (1953): A fertile interspecific hybrid in *Trifolium* (4n *T. repens* L. x 4n *T. nigrescens* Viv.). *Amer. Nat.* 87: 323-326.
- BRITTEN, E.J. (1963): Chromosome numbers in the Genus *Trifolium*. *Cytologia* 28(4): 428-449.
- BUTTERFASS, T. (1960): Ploidie und Chloroplastenzahlen. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 72(10): 440-451.
- CODIGNOLA, A. & M. MAFFEI (1981): Numeri cromosomici per la Flora Italiana: 846-849. *Inf. Bot. Ital.* 13: 179-181.
- CODIGNOLA, A. & M. MAFFEI (1983): Numeri cromosomici per la Flora Italiana: 837-940. *Inf. Bot. Ital.* 15: 35-38.
- COLOMBO, P., C. MARCENO & R. PRISCIOTTA (1980): Numeri cromosomici per la Flora Italiana: 794-805. *Inf. Bot. Ital.* 12: 333-340.
- COOMBE, D.E. (1961): *Trifolium occidentale*, a new species related to *T. repens* L. *Watsonia* 5(2): 68-87.
- COOMBE, D.E. & P. MORISSET (1967): Further observations on *Trifolium occidentale*. *Watsonia* 6(5): 271-275.
- CHEN, C.C. & P.B. GIBSON (1970 a): Meiosis in two species of *Trifolium* and their hybrids. *Crop Sci.* 10: 188-189.

- CHEN, C.C. & P.B. GIBSON (1970 b): Chromosome pairing in two interspecific hybrids of *Trifolium*. *Canad. Jour. Genet. Cytol.* 12: 790-794.
- CHEN, C.C. & P.B. GIBSON (1971): Karyotypes of fifteen *Trifolium* species in Section *Amoria*. *Crop Sci.* 11: 441-445.
- CHEN, C.C. & P.B. GIBSON (1972): Chromosome relationships of *Trifolium uniflorum* to *T. repens* and *T. occidentale*. *Canad. Jour. Genet. Cytol.* 14: 519-595.
- DAHLGREN, R., T. KARLSSON & P. LARSEN (1971): Studies on the flora of the Balearic Island. I. Chromosome numbers in Balearic angiosperms. *Bot. Not.* 124: 249-264.
- DELAY, J. (1971): Orophytes. *Inf. Ann. Caryosyst. Cytogénét.* 5: 17-28.
- EL-BABA, J. (1976): Contribution à l'étude cytotaxinomique et palynologique des *Trifolium* de la Méditerranée orientale. *Rev. Biol. Ecol. Médit.* 3(2): 23-40.
- ERITH, A.G. (1924): *White clover (Trifolium repens L.)*. London.
- EVANS, A.M. (1955): The production and identification of polyploids in red clover, white clover and lucerne. *New Phytol.* 54: 149-162.
- FAVARGER, C. (1953): Notes de caryologie alpine II. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 76: 133-169.
- FAVARGER, C. (1965): Notes de caryologie alpine IV. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 88: 5-60.
- FAVARGER, C. & K.L. HUYNH (1964): In: A. LÖVE & T. SOLBRIG (eds.) IOPB chromosome number reports II. *Taxon* 13(6): 201-209.
- FERNANDES, A. & M. QUEIRÓS (1978): Contribution à la connaissance cytotaxinomique des spermatophyta du Portugal IV. *Leguminosae* (suppl. 3). *Bol. Soc. Brot. sér. 2* 52: 79-159.
- FERNANDES, A. & M.F. SANTOS (1971): Contribution à la connaissance cytotaxinomique des spermatophyta du Portugal IV. *Leguminosae*. *Bol. Soc. Brot. sér. 2* 45: 177-226.
- FERNANDES, A. & M.F. SANTOS (1975): Contribution à la connaissance cytotaxinomique des spermatophyta du Portugal IV. *Leguminosae* (suppl. 1). *Bol. Soc. Brot. sér. 2* 49: 173-196.
- FERNANDES, A., M.F. SANTOS & M. QUEIRÓS (1977): Contribution à la connaissance cytotaxinomique des spermatophyta du Portugal IV. *Leguminosae* (suppl. 2). *Bol. Soc. Brot. sér. 2* 51: 137-186.
- FRANDSEN, K.J. (1945): Observations on polyploid forms of some cultivated plants. *Tidsk. F. Planteavl.* 49: 445-496.
- GADELLA, T.W.J. & E. KLIPHUIS (1963): Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands. *Acta Bot. Neerl.* 12: 195-230.
- GADELLA, T.W.J. & E. KLIPHUIS (1966): Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands. II. *Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch. ser. c* 70(1): 7-20.
- GADELLA, T.W.J. & E. KLIPHUIS (1970): Chromosome studies in some flowering plants collected in the French Alps (Haute Savoie). *Rev. Gén. Bot.* 77: 487-497.
- GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, F., A.M. SÁNCHEZ DE RIVERA & M.A. ANGULO (1973): Estudios cromosómicos en el género *Trifolium* IV. *Lagascalia* 3(2): 195-203.
- GUINOCHET, M. & A. LAGEOIS (1962): Premières prospections caryologiques dans la flore des Alpes maritimes. *Rev. Cytol. Biol. Végét.* 25(3/4): 465-480.
- HOVIN, A.W. (1962): Species compatibility in Subsection *Euamoria* of *Trifolium*. *Crop Sci.* 2: 527-530.
- KARPECHENKO, G.D. (1925): Karyologische studien über die Gattung *Trifolium* L. *Bull. Appl. Bot. Pl.-Breed. (Leningrad.)* 14: 271-279.

- KAWAKAMI, I. (1930): Chromosome numbers in *Leguminosae*. *Bot. Mag. Tokyo* 44: 319-328.
- KAZIMIERSKI, T. & E.M. KAZIMIERSKA (1968): Investigations on hybrids in the genus *Trifolium* L. I. Sterile hybrid *Trifolium repens* L. x *T. xerocephalum* Frenzl. *Acta Soc. Bot. Polon.* 37: 549-560.
- KAZIMIERSKI, T. & E.M. KAZIMIERSKA (1970): Badamia mieszańców w rodzaju *Trifolium* L. III. Cechy morfologiczne i cytogenetyka mieszańca *Trifolium repens* L. x *Trifolium nigrescens* Viv. *Acta Soc. Bot. Polon.* 39: 565-592.
- KAZIMIERSKI, T. & E.M. KAZIMIERSKA (1972): Badamia mieszańców w rodzaju *Trifolium* L. IV. Cytogenetyka mieszańca *Trifolium repens* L. x *T. isthmocarpum* Brot. *Acta Soc. Bot. Polon.* 41: 127-147.
- KAZIMIERSKI, T. & E.M. KAZIMIERSKA (1973): Investigations on hybrids in the genus *Trifolium* L. V. Fertility and cytogenetics of the hybrid *Trifolium nigrescens* Viv. x *T. isthmocarpum* Brot. *Acta Soc. Bot. Polon.* 42: 567-589.
- KEIM, W.F. (1953): Interspecific hybridization in *Trifolium* utilizing embryo culture techniques. *Agron. Jour.* 45(12): 601-606.
- KLIPHUIS, E. (1962): Chromosome number of some annual *Trifolium* species, occurring in the Netherlands. *Acta Bot. Neerl.* 11: 90-92.
- KLIPHUIS, E.K. & J.H. WIEFFERING (1979): In: A. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports LXIV. *Taxon* 28: 398-400.
- KOZUHAROV, S.I., B. KUZMANOV & T. MARKOVA (1972): In: A. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports XXXVI. *Taxon* 21: 336-337.
- KOZUHAROV, S.I., A.V. PETROVA & T. MARKOVA (1973): In: A. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports XL. *Taxon* 22: 287-288.
- KOZUHAROV, S.I., A.V. PETROVA & T. MARKOVA (1974): In: A. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports XLIV. *Taxon* 23: 373-380.
- KOZUHAROV, S.I., A.V. PETROVA & T. MARKOVA (1975): In: A. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports XLVII. *Taxon* 24: 145-146.
- KROGULEVICH, R.E. (1976): Chromosome numbers of plant species from the Tunkinsky Alps (East Sayan). *News Sib. Dep. Akad. Sci. URRS, ser. Biol.* 15(3): 46-52.
- KÜPFER, P. (1974): Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophilique des Alpes et celle de Pyrénées. *Boissiera* 23: 1-322.
- KUZMANOV, B.A. & G. STANCEV (1972): In: A. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports XXXVIII. *Taxon* 21: 681.
- LARSEN, K. (1956): Chromosome studies in some Mediterranean and South European flowering plants. *Bot. Not.* 109: 293-307.
- LEVAN, A. (1942): Plant breeding induction of polyploidy and some results in clover. *Hereditas* 28(1/2): 245-246.
- LEVAN, A. (1945): Polyploidi foeraedlingens nuvarande laege. *Sveriges Utsadesförening Tidsk.* 1945: 109-143.
- LEVAN, A., K. FREDGA & A.A. SANDBERG (1965): Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.
- LÖVE, A. (1954): Cytotaxonomical evaluation of corresponding taxa. *Vegetatio* 5-6: 212-224.
- LÖVE, A. & E. KJELLQUIST (1974): Cytotaxonomy of Spanish plants. Dicotyledons: *Caesalpiaceae-Asteraceae*. *Lagascalia* 4: 152-211.

- LÖVE, A. & D. LÖVE (1944): Cytotaxonomical studies on boreal plants III. Some new chromosome numbers of Scandinavian plants. *Ark. Bot.* 31(12): 1-22.
- LÖVE, A. & D. LÖVE (1956): Cytotaxonomical conspectus of the Icelanding flora. *Acta Horti. Gothob.* 20(4): 65-291.
- LÖVE, A. & D. LÖVE (1975): *Plant Chromosomes*. Vaduz.
- MAJOVSKY, J. & *al.* (1970 a): Index of chromosome numbers of Slovakian flora. *Acta Fac. Rer. Nat. Univ. Comen. Bot.* 16: 1-26.
- MAJOVSKY, J. & *al.* (1970 b): Index of chromosome numbers of Slovakian flora (Part 2). *Acta Fac. Rer. Nat. Univ. Comen. Bot.* 18: 45-60.
- MARTIN, S.N. (1914): Comparative morphology of some *Leguminosae*. *Bot. Gaz.* 58: 154-167.
- METZGER, R.J. & E.R. LENG (1955): A smear technic for some species of *Leguminosae*. *Stain Technol.* 30: 41-42.
- MORIYA, A. & A. KONDO (1950): Cytological studies of forage plants. II. Legumes. *Jap. Jour. Genet.* 25: 131-134.
- NIELSEN, I. (1975): Chromosome count in the Genus *Trifolium*. *Bot. Tidsskr.* 70(2/3): 180-183.
- NODA, K. (1946): Chromosome studies in clover plants. *Jap. Jour. Genet.* 21(5/6): 93-96.
- PANDEY, K.K. (1957): A self-compatible hybrid from a cross between two self-incompatible species in *Trifolium*. *Jour. Heredity* 48(6): 278-281.
- PETROVA, A.V. & S.I. KOZUHAROV (1982): Cytotaxonomic Study of Genus *Trifolium* L. in Bulgaria. I. *Fitologiya (Bulgaria)* 19: 3-23.
- PODLECH, D. & A. DIETERLE (1969): Chromosomenstudien au afghanistanischen pflanzen. *Candollea* 24: 185-243.
- POGAN, E., H. WCISLO, R. JZMAILOW, L. PRZYWARA & *al.* (1982): Further studies in chromosome numbers of Polish angiosperms. Part XVI. *Acta Biol. Cracov. (Bot.)* 24: 159-189.
- POGLIANI, A. (1971): Numeri cromosomici per la flora italiana 86-91. *Inf. Bot. Ital.* 3: 155-157.
- POLYA, L. (1950): Chromosome numbers of Hungarian plants. II. *Ann. Biol. Univ. Debrecen* 1: 45-56.
- PRITCHARD, A.J. (1967): Number and morphology of chromosomes in African species in the genus *Trifolium* L. *Austr. Jour. Agr. Res.* 13(6): 1023-1029.
- PRITCHARD, A.J. (1969): Chromosome numbers in some species of *Trifolium*. *Aust. Jour. Agric. Res.* 20: 883-887.
- REESE, G. (1953): Ergänzende Mitteilungen über die Chromosomenzahler mitteleuropäischer Gefässpflanzen. I. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 66(1): 66-74.
- RODRIGUES, J.M.M. (1953): *Contribuição para o conhecimento cariológica das halófitas e psamófitas literais*. Diss. Univ. Coimbra.
- ROHWEDER, H. (1937): Versuch zur Erfassung der mengenmässigen Bedeckung des Darss und Zingstmit polyploiden Pflanzen. Ein Beitrag zur Bedeutung der Polyploide bei der Eroberung neuer Lebensräume. *Planta* 27(4): 501-549.
- ROMERO, C. (1986): A new method for stimating karyotype asimetry. *Taxon* 35: 526-530.
- RUTLAND, J.P. (1941): The menton catalogue. A list of chromosome numbers of british plants. Suppl. 1. *New Phytol.* 40: 210.
- SCHIFINO, M.T. & M.I.B. MORALES (1988): Chromosome numbers, karyotypes and meiotic behaviour of populations of some *Trifolium (Leguminosae)* species. *Rev. Brazil Genet.* 11(2): 379-390.

- SENN, H.A. (1938): Chromosome number relationships in the *Leguminosae*. *Bibliogr. Genet.* 12: 175-336.
- SKALINKSA, M., H. JANKUN, H. WCISLO & *al.* (1976): Further studies in chromosome number of Polish angiosperms. XI. *Acta Biol. Cracov. (Bot.)* 19: 107-148.
- SKOVSTED, A. (1939): Cytological studies in twin plants. *Compt. Rend. Lab. Carlsberg, ser. Physiol.* 22: 427-446.
- SNOW, R. (1963): Alcoholic hydrochloric acid-carmin as a stain for chromosome in squash preparations. *Stain Technol.* 38: 9-13.
- SOKOLOVSKAJA, A.N. & O.S. STRELKOVA (1948): Geografisheskoye raspredelenie poliploidov. III. Issledovaniye flory al'piyskoj oblasti tsentral'novo kakaskovo chrebt. *Ucen. Zap. Ped. Inst. Gertgena* 66: 195-216.
- STEBBINS, G.L. (1938): Cytological characteristics associated with the different growth habits in the dicotyledons. *Amer. Jour. Bot.* 25: 189-198.
- STEBBINS, G.L. (1971): *Chromosomal evolution in higher plants*. London.
- STRID, A. (1971): Chromosome numbers in some Albanian angiosperms. *Bot. Not.* 124: 490-496.
- TARNAVSKI, I.T. (1948): Die Chromosomenzahler der Anthophyten-Flora von Rumänien mit einem Ausblick auf das Poliploidie-problem. *Bul. Grad. Bot. Univ. Cluj.* 28: 1-130.
- TATUNO, S. & A. KODAMA (1965): Cytological studies on root nodules of some species in *Leguminosae*. I. *Bot. Mag. Tokyo* 78: 503-509.
- TEPPNER, H. (1980): Karyologie und systematik einiger Gefäßpflanzen der Ostalpen. *Phyton (Austria)* 20: 73-94.
- TIEMANN, H. & T. SCHREITER (1961): Chromosomen studien in der Gattung *Trifolium* und phylogenetische Betrachtungen zum weissklee (*Trifolium repens* L.). *Züchter* 31: 270-273.
- TISCHLER, G. (1934): Die Beden tungen der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erlänert an den Arten Schlesswig-Holsteins mit Ausblicken auf audere Florengebiete. *Bot. Jahrb.* 67: 1-36.
- TISCHLER, G. (1937): Die Halligenflora der Nordsee in Lichte cytologischer Forchung. *Cytologia, Fuji Jub. Vol.* 162-170.
- TJIO, J.H. & A. LEVAN (1950): The use of oxyquinoleine in chromosome analysis. *Anal. Est. Exp. Aula Dei* 2: 21-64.
- TURESSON, G. (1962): Results of colchicine doubling in the red, alsike and white clover. *Agr. Hort. Genet.* 20: 111-135.
- UOTILA, P. & K. PELLINEN (1985): Chromosome numbers in vascular plants from Finland. *Acta Bot. Fenn.* 1985: 130.
- VAN LOON, J.C. & A.K. VAN SETTEN (1982): In: A. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports LXXVI. *Taxon* 31: 589-592.
- WEXELSEN, H. (1928): Chromosome numbers and morphology in *Trifolium*. *Univ. Calif. Publ. Agr. Sci.* 2(13): 355-374.
- WILLIAMS, E.G. (1978): A hybrid between *Trifolium repens* and *T. ambiguum* obtained with the aid of embryo culture. *New Zealand Jour. Bot.* 16: 499-506.
- WILLIAMS, E.G. (1980): Hybrids between *Trifolium ambiguum* and *T. hybridum* obtained with the aid of embryo culture. *New Zealand Jour. Bot.* 18: 215-220.

- WILLIAMS, E.G. & I.M. VERRY (1981): A partially fertile hybrid between *Trifolium repens* and *T. ambiguum*. *New Zealand Jour. Bot.* 19: 1-8.
- WILLIAMS, E.G. & D.W.R. WHITE (1976): Early seed development after crossing *Trifolium ambiguum* and *T. repens*. *New Zealand Jour. Bot.* 14: 307-314.
- WIPF, L. (1939): Chromosome numbers in root nodules and root tips of certain Leguminosae. *Bot. Gaz.* 101: 51-67.
- ZOHARY, M. & D. HELLER (1984): *The Genus Trifolium*. Jerusalem.

(Aceptado para su publicación el 28.Julio.1995)