

## APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO CARIOLÓGICO DEL GÉNERO *RANUNCULUS* L. SUBGÉNERO *FIGARIA* (SCHAEFFER) L. BENSON EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Juan Carlos DIOSDADO y Julio PASTOR

RESUMEN. *Aportación al conocimiento cariológico del género Ranunculus L. subgénero Ficaria (Schaeffer) L. Benson en la Península Ibérica.* Se realiza un estudio cariológico de *R. ficaria* L. en la Península Ibérica. Se ha encontrado principalmente el número somático  $2n=16$ , aunque algunas poblaciones son triploides ( $2n=24$ ) o tetraploides ( $2n=32$ ). A partir de los datos cromosómicos (cariogramas, idiogramas, índices de asimetría y niveles de ploidía) se han establecido relaciones entre los distintos citotipos.

Palabras clave. Cariología, *Ranunculus*, *Ficaria*, Península Ibérica.

SUMMARY. *Contribution to the karyological study of the genus Ranunculus L. subgenus Ficaria (Schaeffer) L. Benson from the Iberian Peninsula.* A caryological study of *R. ficaria* L. from the Iberian Peninsula has been made. The somatic number is  $2n=16$ , although some populations have triploids ( $2n=24$ ) or tetraploids ( $2n=32$ ). From the caryological data (caryograms, idiograms, asymmetry indices and polyploid levels) relationships have been established between the cytotypes.

Key words. Karyology, *Ranunculus*, *Ficaria*, Iberian Peninsula.

### INTRODUCCIÓN

EL subgénero *Ficaria* está integrado en la Península Ibérica por *R. ficaria* L. que se distribuye por Europa, zonas del oeste y centro de Asia y norte de Africa. Debido a ciertas características distintivas, como la presencia de 3 sépalos y 7-14 pétalos, ha sido considerado por algunos autores como género independiente. Haller (1742) consideró *Ficaria* como género, según el concepto de Dillenius. Sin

embargo, Linneo (1753) lo incluyó en el género *Ranunculus* como *R. ficaria* L. Posteriormente, Schaeffer (1760) adoptó el criterio de Haller. Muchos autores posteriores aceptaron la separación de *Ficaria* y *Ranunculus*, como por ejemplo Jussieu (1789), De Candolle (1824), Spach (1839), Freyn (1880), Ovczinnikov (1937) o Tamura (1967). Sin embargo, actualmente se acepta que *Ficaria* forma parte del género *Ranunculus*. Boissier (1867) lo consideró como sección dentro de

*Ranunculus*, siendo esto admitido por algunos autores como Tutin (1964). No obstante, Benson (1940) consideró a *Ficaria* como subgénero, y este criterio ha sido aceptado por la mayoría de los autores actuales: Maire (1964), López González (1986) o Valdés (1987). Según Tutin (1964), *R. ficaria* está representado en la Península Ibérica por las subespecies *ficaria*, *ficariiformis* Rouy & Fouc. y *bulbifer* Lawalrée. López González (1986) considera la subsp. *ficariiformis* dentro de la subsp. *ficaria*, indicando, no obstante, que aquellos ejemplares más robustos, con flores mayores, etc, correspondería a lo que otros autores atribuyen a la primera subespecie.

Dado que en la extensa bibliografía cariológica consultada (tab. 1) no se indica, en la mayoría de los casos, a que subespecie corresponden los datos aportados, se exponen más adelante de modo conjunto las observaciones de los 3 niveles (diploide, triploide y tetraploide) encontrados, en el presente estudio, para la Península Ibérica. Las plantas diploides ( $2n=16$ ) corresponden a la subsp. *ficaria*, pues al estudiar los cariogramas en plantas de morfología variable no se observó ninguna diferencia significativa, lo que apoyaría, bajo una perspectiva cariológica, el tratamiento taxonómico de López González (l.c.). Las plantas tetraploides ( $2n=32$ ) pertenecen a la subsp. *bulbilifer* Lambinom (=subsp. *bulbifer* Lawalrée), caracterizada por la presencia de hojas provistas de bulbillos axilares. Por último, las plantas triploides ( $2n=24$ ) muestran una posición taxonómica incierta, aunque la ausencia de aquenios fértiles y de bulbillos axilares apuntan hacia un origen híbrido entre diploides y tetraploides.

Por otro lado, cabe destacar que a pesar de los numerosos datos cariológicos de *R. ficaria* existentes en la bibliografía, muy pocos corresponden a poblaciones de la Península Ibérica: Barros Neves (1942), Löve & Kjellqvist (1974), Valdés-Bermejo (1979), Pogan & Wcislo (1986) y Luque *et al.* (1988).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las observaciones de las meiosis se realizaron a partir de botones florales fijados en el campo con líquido de Farmer, alcohol etílico-cloroformo-ácido acético en proporción 6:3:1 (Löve & Löve, 1975), durante 24 horas, tras las cuales se pasaron a alcohol etílico al 70% donde se conservaron hasta su tinción. Esta se realizó con carmín clorhídrico etílico (Snow, 1963) durante 72 horas. Posteriormente las anteras se montaron por aplastamiento en ácido acético al 45%.

Los estudios de cromosomas en mitosis se llevaron a cabo en meristemas radicales de plantas cultivadas en el jardín experimental del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Facultad de Biología de Sevilla. Este material fue pretratado con 8-hidroxiquinoleína 0.002 M. (Tjio & Levan, 1950) a  $4 \pm 2$  °C durante 3-4 horas. A continuación se fijaron en Carnoy (Löve & Löve, 1975) durante 24 horas, y después se conservaron en alcohol al 70%. La tinción se realizó con carmín clorhídrico etílico durante 48-72 horas. El montaje se efectuó en ácido acético al 45%.

Para la morfología de los cromosomas se ha considerado la clasificación de Levan *et al.* (1964). Para la clasificación de los cromosomas por su tamaño se ha seguido a Stebbins (1938). La asimetría de los cariotipos se define de acuerdo con las indicaciones de Stebbins (1971), utilizándose además los índices de asimetría ( $A_1$  y  $A_2$ ) propuestos por Romero Zarco (1986). El índice  $A_1$  es una estimación de la asimetría intracromosómica debida a la relación entre los brazos de cada par de cromosomas homólogos; y el  $A_2$  muestra la asimetría debida a la variación de tamaño en los cromosomas del cariotipo.

Se han realizado idiogramas utilizando los valores medios de los brazos de cada par de cromosomas homólogos de al menos cinco metafases.

n	2n	Origen del material	Autor(es)
6		Francia	SOUÉGES (1913)
8		España	LUQUE <i>et al.</i> (1988)
8,16		Suecia	LANGLET (1927)
12		Alemania	LOSCHNIGG (1925)
12		Alemania	WINKLER (1926)
16		Dinamarca	BÖCHER (1938)
	16	Italia	CAPINERI <i>et al.</i> (1978)
	16	Italia	FERRARELLA <i>et al.</i> (1979)
	16	Dinamarca	LAEGAARD (1966)
	16	España	LÖVE y KJELLQVIST (1974)
	16	Italia	MICELI y GARBARI (1976)
	16	España	VALDÉS-BERMEJO (1979)
	16	Armenia, España, Italia, Polonia	POGAN y WCISLO (1986)
	16,32	Austria	GREILHUBER (1974)
	16,32	Reino Unido	HEYWOOD y WALKER (1961)
	16,32	Reino Unido	MARCHANT y BRIGHTON (1971)
	16,32	Polonia	POGAN y WCISLO (1973)
	16,32	Francia y Yugoslavia	POGAN y WCISLO (1975)
	16,24,32	Portugal	BARROS NEVES (1942)
	16,24,32	Reino Unido	MARCHANT y BRIGHTON (1974)
	16,24,32	Reino Unido	NICHOLSON (1983)
	16,24,32	Bulgaria, Hungría, Polonia, Rumania	POGAN y WCISLO (1974)
	16,32,40	Italia	MARCHI <i>et al.</i> (1975)
	16+(0,1)B,32	Reino Unido	JONES (1969)
	16+(0,2)B,32	Desconocido	LARTER (1932)
	16+(0-8)B,32	Hungría	POGAN y WCISLO (1981)
	16+(0-7)B,24,32	Reino Unido	GILL <i>et al.</i> (1972)
	24,32	U.R.S.S.	LAURENKO y SERDITOV (1986)
	24,32	España, Portugal	POGAN y WCISLO (1986)
	32	Holanda	ANDREAS (1954)
	32	Alemania	COOK (1963)
	32	Holanda	DELAY (1947)
	32	Holanda	GADELLA y KLIPHUIS (1967)
	32	Desconocido	GOEPFERT (1974)
	32	Francia	HOCQUETTE (1922)
	c.32	Italia	LARSEN y LAEGAARD (1971)
	32	Yugoslavia	PAPES y TRINAJSTIC (1981)
	32	Hungría	POLYA (1950)
	32	U.R.S.S.	SEMERENKO (1985)
	32	Polonia	SKALINSKA <i>et al.</i> (1959)
	32	Finlandia	SORSA (1963)
	32	Reino Unido	WILCOX (en MARSDEN-JONES 1935)
	48	Desconocido	RUTLAND (1941)

Tabla 1. Números cromosómicos para *Ranunculus ficaria* "sensu lato", según la bibliografía consultada.

De cada población se han estudiado entre 5 y 10 ejemplares.

En todos los casos, los ejemplares utilizados se indican por medio del número de pliego con que se conservan en el Herbario del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Facultad de Biología de Sevilla (SEV).

## RESULTADOS

ALAVA: Ordoñana, robledal, 25-V-1988, Díaz, Diosdado y Pérez (SEV 128146),  $2n=16$ . CADIZ: Jerez de la Frontera, Estella del Marqués, 6-II-1987, Diosdado (SEV 128143),  $n=8$ ,  $2n=16$ . Grazalema, Llanos de la Camilla, 18-II-1988, García Esteban (SEV 128138),  $2n=16$ . Los Barrios, Montera del Torero, 18-IV-1989, Diosdado (SEV 128144),  $2n=16$ . HUELVA: Navahermosa, 23-V-1989, Diosdado (SEV 128139),  $2n=16$ . JAÉN: Sierra de Cazorla, base del Cabañas, 1800 m.s.m., 11-V-1989, Diosdado y Vioque (SEV 128140),  $2n=16$ . MALAGA: La Saucedá, 20-III-1988, Diosdado (SEV 128145),  $n=8$ ,  $2n=16$ . SEVILLA. Coripe, Peñón de Zaframagón, 23-III-1988, Diosdado y Pérez (SEV 128141),  $2n=16$ . CACERES: Baños de Montemayor, 28-IV-1988, Diosdado y Vioque (SEV 128147),  $2n=24$ . ALMERIA: entre Laujar y Alcolea, 10-V-1989, Diosdado y Vioque (SEV 128142),  $2n=32$ .

Los números encontrados en el presente estudio, tanto el gamético  $n=8$ , como los somáticos  $2n=16$ ,  $24$  y  $32$ , coinciden con la mayoría de los numerosos datos bibliográficos existentes (tab. 1).

En los diploides los cromosomas son entre medianamente grandes y grandes, oscilando el tamaño aparente de los cromosomas de  $6'07$  a  $11'07 \mu\text{m}$  en la muestra de La Saucedá, de  $6'25$  a  $12'14 \mu\text{m}$  en la de Coripe, de  $6'10$  a  $12'59 \mu\text{m}$  en la de la Montera del Torero y de  $6'15$  a  $11'70 \mu\text{m}$  en la de Ordoñana. El grado de asimetría es  $2A$  y los índices de asimetría presentan los valores:  $A_1=0'51$  y  $A_2=0'22$ . Sus

cariogramas apenas muestran diferencias. En la muestra de Coripe (SEV 128141) la fórmula del cariograma (Fig. 1, A) es:  $2M+2m+2(m-sm)+2sm+2(sm-st)+4st+2t^{\text{sat}}$ . En la población procedente de La Saucedá (SEV 128145) el cariograma (Fig. 1, B) presenta la fórmula:  $2(M-m)+4m+2sm+2(sm-st)+4st+2t^{\text{sat}}$ . Los valores medios de los brazos de cada par de cromosomas obtenidos en las poblaciones diploides, permiten elaborar un idiograma (Fig. 4, A) cuya fórmula está compuesta por:  $2(M-m)+2m+2(m-sm)+2sm+6st+2t^{\text{sat}}$ . Las meiosis observadas en los diploides presentan siempre 8 bivalentes.

En el triploide, el tamaño aparente de los cromosomas varía entre  $5'07$  y  $12'14 \mu\text{m}$ , considerándose entre medianamente grandes y grandes. El grado de asimetría es  $3B$  y los índices de asimetría son:  $A_1=0'48$  y  $A_2=0'24$ . Su cariograma (Fig. 2, B) presenta los cromosomas en grupos de tres y dispuestos según la fórmula:  $3(M-m)+6m+3sm+3(sm-st)+6st+3t^{\text{sat}}$ . Del estudio de varias placas metafásicas resultan los valores medios de los brazos de cada grupo de cromosomas. De ellos se obtiene para los ejemplares triploides el idiograma (Fig. 4, B) cuya fórmula es idéntica a la del cariograma:  $3(M-m)+6m+3sm+3(sm-st)+6st+3t^{\text{sat}}$ .

En el tetraploide, los cromosomas son entre medianamente pequeños y grandes pues el tamaño aparente oscila entre  $4'77$  y  $12'78 \mu\text{m}$ . El grado de asimetría es  $3B$  y los índices de asimetría presentan los siguientes valores:  $A_1=0'53$  y  $A_2=0'27$ . La fórmula del cariograma (Fig. 3, B) es en este caso:  $12m+4sm+4(sm-st)+8st+4t^{\text{sat}}$ . Los valores medios, en el caso del tetraploide, se han realizado por separado para las dos parejas de cromosomas que forman un grupo, pues algunos presentan diferencias de tamaño (grupos 1, 2 y 6) o morfología (grupo 7) entre ambos pares. Se trata de una clara tendencia hacia un proceso de diploidización, con el consiguiente incremento de la formación de bivalentes en meiosis, lo

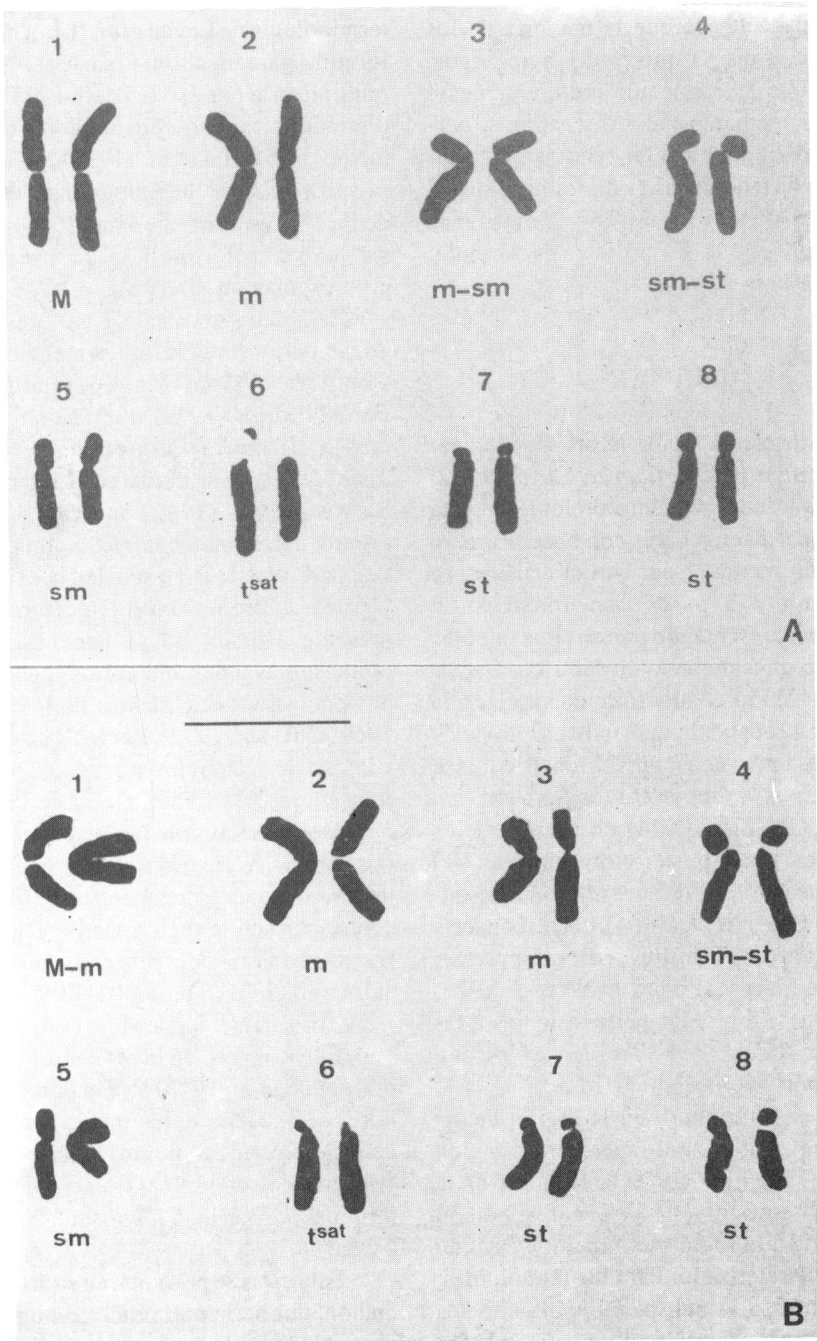


Figura 1. Cariograma de *R. ficaria* (2x). A, Sevilla (SEV 128141). B, Málaga (SEV 128145). Escala: 10  $\mu$ m.

cual produce un aumento de la fertilidad. Sin embargo el hecho de que la mayoría de los grupos presenten cromosomas homólogos, junto con una reproducción preferentemente apomíctica mediante bulbillos axilares, permite conferirle un carácter relativamente reciente a dicha tendencia a la diploidización. El idiograma obtenido en los ejemplares tetraploides (Fig. 4, C) presenta la fórmula:  $12m+6sm+2(sm-st)+8st+4t^{sat}$ .

## DISCUSIÓN

Anteriormente varios autores han indicado cariogramas para *R. ficaria*. Larter (1932) señaló que el complemento diploide de esta especie consiste en 4 pares con el centrómero en la región media, 1 par con el centrómero submediano y 3 pares con constricción subterminal, presentando uno de ellos satélites y pudiendo considerarse telocéntrico. Barros Neves (1942) indicó una fórmula similar a la Larter (l. c.) señalando que en los triploides y tetraploides los cromosomas se reparten en los mismos tipos cromosómicos que en los diploides. Goepfert (1974) observó para los tetraploides unas posiciones relativas del centrómero a las que, de acuerdo con la terminología de Levan *et al.* (1964), correspondería la siguiente fórmula idiogramática:  $12m+4sm+12st+4t$ . Pogan & Wcislo (1975) indicaron para diploides pertenecientes a las subespecies *ficaria* y *calthifolius* el mismo complemento cromosómico formado por 3 pares con el centrómero en la región media (m), 2 pares con el centrómero en la región submedia (sm), 1 par con el centrómero en la región subterminal (st) y 2 pares con el centrómero en la región terminal (t), estando uno de ellos satelizado. Para los tetraploides, pertenecientes a la subsp. *bulbifer*, citó los mismos tipos cromosómicos que en los diploides. Marchi *et al.* (1975) muestran los cariogramas de plantas diploides, tetraploides

y pentaploides de donde se deduce, por la terminología de Levan *et al.* (l. c.), la siguiente fórmula gamética:  $3m+1sm+3st+1t^{sat}$ , que al multiplicarla por 2, 4 ó 5 define el cariograma diploide, tetraploide y pentaploide respectivamente. Ferrarella *et al.* (1979) indicaron para la subsp. *ficaria* un idiograma de donde se deduce la fórmula  $4m+4sm+2(sm-st)+4st+2t$ , sin hacer referencia a la presencia de cromosomas satelizados.

Los datos aportados en el presente estudio son muy similares a los mencionados por Goepfert (1974), Marchi *et al.* (1975) y Ferrarella *et al.* (1979), que pueden englobarse en la fórmula gamética:  $(3-2)m+(1-2)sm+3st+1t$ . Sin embargo, Larter (1932) y Barros Neves (1942) indican 4 pares de cromosomas metacéntricos, mientras que Pogan & Wcislo (l. c.) señalan la existencia de 2 pares de cromosomas telocéntricos. En el presente estudio, no se han observado los cromosomas supernumerarios citados en algunas poblaciones de plantas diploides (Jones, 1969; Gill *et al.* 1972). Por los datos obtenidos y los reseñados por los autores consultados, *R. ficaria* presenta un número básico  $x=8$ .

De acuerdo con las placas metafásicas observadas, *R. ficaria* muestra un predominio de cromosomas metacéntricos (m) con el centrómero en la región media y subteloecéntricos con el centrómero en la región subterminal (st), con un 31'73 % y 30'30 % respectivamente. Siguen los submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm) que suponen un 19'70 %. En porcentajes menores se encuentran los metacéntricos con el centrómero en el punto medio (M) y los telocéntricos con el centrómero en la región terminal (t), con un 5'77 % y 12'50 % respectivamente.

Esta especie presenta, en su área de distribución, una serie poliploide compuesta desde el nivel diploide hasta el hexaploide. En la Península Ibérica sólo se han encontrado los niveles  $2x$ ,  $3x$  y  $4x$ , con predominio del prime-

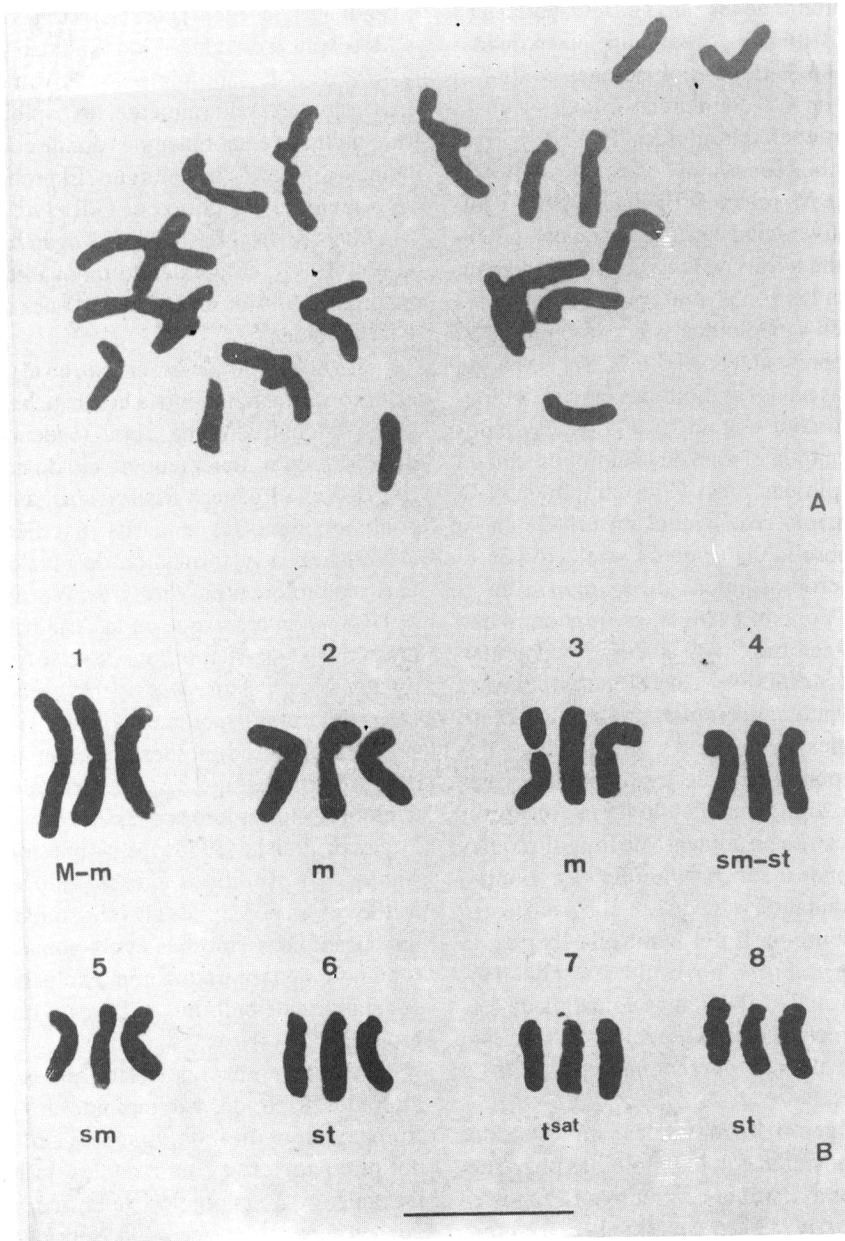


Figura 2. Metafase somática y cariograma de *R. ficaria* (3x) (Cáceres, SEV 128147). Escala: 10µm.

ro sobre los otros dos. Gill *et al.* (1972), en un extenso estudio de las razas cromosómicas en las Islas Británicas, citan que aproximadamente un 66 % de las poblaciones contienen diploides, un 4 % contienen triploides y un 43 % que contienen tetraploides. El 13 % corresponde a poblaciones con dos o más niveles de poliploidía. Marchant & Brighton (1974) estudiaron la diversidad cariológica en una población cercana a Survey (Inglaterra) y observaron que, en las zonas altas, predominaban los tetraploides y triploides sobre los diploides, que sólo representaban el 6'4 %. Sin embargo, en las zonas bajas los diploides eran el componente dominante con un 72 %. Los resultados globales en toda el área de estudio indican un 31 % de diploides, un 40 % de tetraploides y un 29 % de triploides. Nicholson (1983) en su estudio sobre la distribución y relación entre las razas cromosómicas de *R. ficaria* en el sureste de Yorkshire (Inglaterra) encontró que de 96 poblaciones investigadas, 57 contenían sólo plantas diploides, 26 sólo tetraploides y las 13 poblaciones restantes presentaban plantas diploides, triploides y tetraploides. Por tanto, los porcentajes de los distintos niveles de ploidía, aún dependiendo de la zona estudiada, muestran un aumento de los poliploides en áreas donde la subsp. *bulbilifer* (tetraploide) es más abundante, es decir, en el norte, centro y este de Europa. En la Península Ibérica, la subespecie *bulbilifer* no resulta muy abundante, aunque su distribución es conocida de forma imperfecta (López González, 1986). Esto explicaría el bajo porcentaje registrado de poliploides.

El origen del triploide es controvertido. En contraposición con los triploides provistos de bulbillos axilares encontrados en Gran Bretaña (Gill *et al.*, 1972 y Marchant & Brighton, 1974) y Polonia (Pogan & Wcislo, 1974) los observados por Barros Neves (1942) en Portugal y los del presente estudio en una población de Baños de Montemayor (Cáceres) no presentan esos bulbillos, a pesar de no producir

aquenos fértiles, debido seguramente a sus irregularidades meióticas. Barros Neves (l. c.) y Marchant & Brighton (l. c.) indican un 77 % y 80 % de polen anormal, respectivamente, en los triploides. Generalmente, los triploides han sido hallados en poblaciones donde coexistían plantas diploide y tetraploides. El problema de su origen fue discutido por Gill *et al.* (1972), Marchant & Brighton (1974) y Pogan & Wcislo (1974, 1975), coincidiendo todos ellos en su naturaleza híbrida a partir de táxones diploide y tetraploides.

En el tetraploide observado en el presente estudio, correspondiente a la subsp. *bulbilifer*, se ha encontrado una clara tendencia a la diploidización, fenómeno no citado con anterioridad en el género *Ranunculus*, aunque es conocido en otros géneros, así Fernandes (1969) indica la formación de bivalentes en varios poliploides de *Narcissus*, Wet & Harlan (1970) encontraron que en la serie poliploide (2x, 4x y 6x) de *Dichanthium* sólo se formaban bivalentes, y Pastor (1982, 1985) señaló procesos de diploidización en *Allium*.

Las plantas diploides presentan un grado de asimetría del tipo 2A, mientras que en los triploides y tetraploides es 3B. De acuerdo con Pogan & Wcislo (1975) los táxones diploides son los más primitivos, presentando aquenos fértiles en un porcentaje elevado, mientras que los tetraploides son más evolucionados, presentando una reproducción exclusivamente vegetativa por bulbillos axilares y raíces engrosadas.

Al presentar los cariogramas de los diploides, triploides y tetraploides los mismos tipos cromosómicos, parece ser que la poliploidización es uno de los principales mecanismos de evolución de *R. ficaria*. Aunque también ha intervenido la hibridación entre diploides y tetraploides, además de fenómenos de mutación y recombinación que, sin duda, contribuyen a un incremento de la variabilidad de la especie «sensu lato» (Pogan & Wcislo, l. c.).



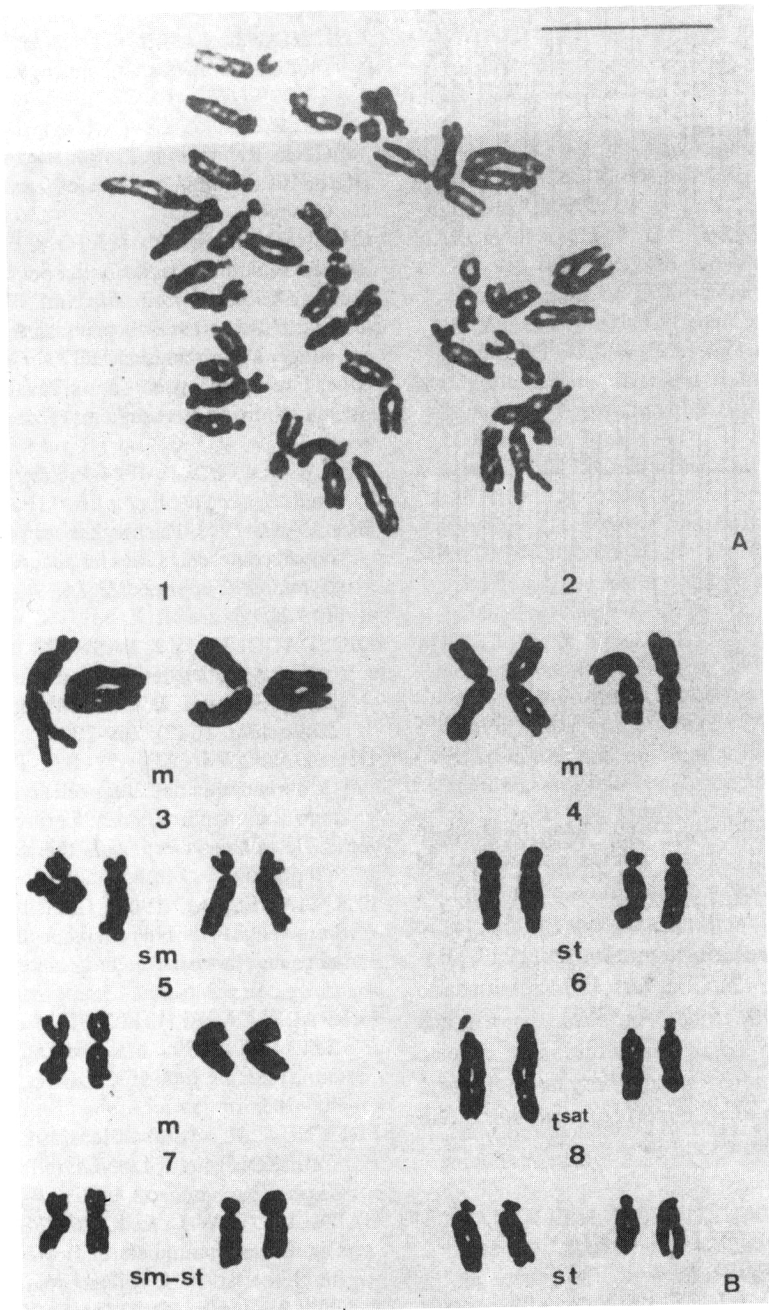


Figura 3. Metafase somática y cariograma de *R. ficaria* (4x) (Almería, 128142).

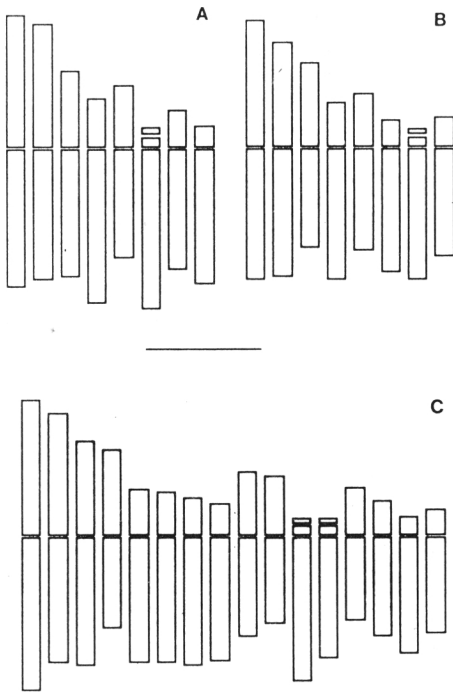


Figura 4. Idiogramas de *R. ficaria*. A, nivel diploide (2x); B, nivel triploide (3x); C, nivel tetraploide (4x).

Comparando los idiogramas obtenidos en *R. ficaria* con otras especies del género se encuentra relación con algunos táxones de las secciones *Ranunculastrum* y *Chrysanthe*, como ya indicaron anteriormente Larter (1932), Barros Neves (1942), Goepfert (1974) y Diosdado y Pastor (1990, 1992). Así pues, los estudios cariológicos reforzarían la inclusión de este taxón en el género *Ranunculus* y no justificaría su separación en el género *Ficaria* como han propuesto algunos autores.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDREAS, C.H. -1954- Notes on *Ranunculus ficaria* L. in the Netherlands. *Acta Bot. Netherl.*, 3: 446-453.
- BARROS NEVES, J. de -1942- Sobre a cariológia de *R. ficaria* L. *Bol. Soc. Brot. Ser.*, 2, 16: 169-181.
- BENSON, L. -1940- The North American subdivisions of *Ranunculus*. *Am. Journ. Bot.*, 27: 799-807.
- BÖCHER, T.W. -1938- Cytological studies in the Genus *Ranunculus*. *Dansk Bot. Ark.*, 9: 1-33.
- BOISSIER, E. -1867- *Flora Orientalis*, 1. Basel, Genève.
- CAPINERI, R., G. D'AMATO & P. MARCHI -1978- Numeri cromosomici per la flora italiana: 543-583. *Inform. Bot. Ital.*, 10: 421-465.
- COOK, C.D.K. -1963- Studies on *Ranunculus* L. subgenus *Batrachium* (DC.) A. Gray, II. General morphological considerations in the taxonomy of the subgenus. *Watsonia*, 5: 294-303.
- DE CANDOLLE, A.P. -1824- *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, 1. Paris.
- DELAY, C. -1947- Recherches sur la structure des noyaux quiescents chez les phanérogames. *Rev. Cytol. et Cytophys. Végét.*, 9: 189-223; 10: 103-229.
- DIOSDADO, J.C. y J. PASTOR -1990- Estudio cariosistemático del género *Ranunculus* L. sect. *Ranunculastrum* DC. en la Península Ibérica. *Lagascalia*, 16 (2): 269-290.
- DIOSDADO, J.C. y J. PASTOR -1992- Citotaxonomía de las especies vivaces del género *Ranunculus* L. sect. *Chrysanthe* (Spach) L. Benson en la Península Ibérica. *Candollea*, 47: 555-576.
- FERNANDES, A. -1969- Contribution to the knowledge of the biosystematic of some species of genus *Narcissus* L. In: *V. Simposio de Flora Europaea* p.245-284.- Sevilla.
- FERRARELLA, A., I. FIORE, M.G. DIA & N. ALLIATA -1979- Numeri cromosomici per la flora italiana: 647-651. *Inform. Bot. Ital.* 11: 301-305.
- FREYN, J. F. -1880- *Ficaria* L., in H. M. WILLKOMM & J. LANGE (eds.) *Prodromus Florae Hispanicae*, 3: 942-943. Stuttgart.
- GADELLA, T.W.J. & K. KLIPHUIS -1967- Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands III. *Koninkl. Nederl. Akademie Wet. Amsterdam, Proc. Ser. C*, 70: 7-20.
- GILL, J.J., B.M. JONES, C.J. MARCHANT, M.J. MCLEISH & D.J. OCKENDON -1972- The distribution of chromosome races of *Ranunculus*

- ficaria L. in the British Isles. *Ann. Bot., London*, 36: 31-47.
- GOEPFERT, D. -1974- Karyotypes and DNA content in species of *Ranunculus* L. and related genera. *Bot. Not.*, 127: 464-489.
- GREILHUBER, J. -1974- Ein chromosomensatz von *R. ficaria* subsp. *calthifolius*. *Mitt. Bot. Arbeitsgem. Oberösterreich. Landesmus. Linz* 6: 3-6.
- HALLER, A. von -1742- *Enumeratio methodica stirpium Helvetiae indigenarum*, 1. Göttingae.
- HEYWOOD, V.H. & S. WALKER -1961- Morphological separation of cytological races in *Ranunculus ficaria* L. *Nature* 189: 604.
- HOCQUETTE, W. -1922- Observations sur le nombre des chromosomes chez quelques Ranunculacées. *Compt. Rend. Soc. Biol. France*, 87: 1301-1303.
- JONES, B. G. -1969- The morphology of polyplotypes of *Ranunculus ficaria* L. *Biol. Jour. Linn. Soc.*, 1: 10-11.
- JUSSIEU, A. L. -1789- *Genera Plantarum*. Paris.
- LAEGAARD, S. -1966- *R. ficaria* subsp. *fertilis* in Denmark. *Bot. Tidskr.*, 21: 1-17.
- LANGLET, O.F.J. -1927- Beiträge zur zytologie der Ranunculaceen. *Svensk. Bot. Tidskr.*, 21: 1-17.
- LARSEN, K. & S. LAEGAARD -1971- Chromosome studies of the sicilian flora. *Bot. Tidskr.*, 66: 249-268.
- LARTER, L.N. -1932- Chromosome variation and behaviour in *Ranunculus* L. *Journ. Genet.*, 26: 255-283.
- LAURENKO, A.N. & N.P. SERDITOV -1986- Chromosome numbers in some representatives of Ranunculaceae, Paeoniaceae, Boraginaceae families from the North of the European of the USSR and the Urals. *Bot. Zur.*, 71: 1694-1695.
- LEVAN, A., K. FREDGA & A.A. SANDBERG -1964- Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52: 201-220.
- LOPEZ GONZALEZ, G. -1986- *Ranunculus* L. en S. CASTROVIEJO *et al.* (eds.). *Flora Ibérica*, 1: 298-301 ; 310-353.
- LOSCHNIG, F. -1925- Bausteine zu einer Monographie von *Ficaria*. 4. Über die Ursachen der häufigen sterilität. *Beiträge Biol. Pflanzen*, 14: 347-358.
- LÖVE, A. & E. KJELLQVIST -1974- Cytotaxonomy of spanish plants. III & IV: Salicaceae - Rosaceae, Caesalpinaceae - Asteraceae. *Lagascalía*, 4: 3-32 y 152-211.
- LÖVE, A. & D. LÖVE -1975- *Plant chromosomes*. Vaduz.
- LUQUE, T., J.A. MEJIAS y Z. DIAZ LIFANTE -1988- Números cromosómicos para la flora española: 544-550. *Lagascalía*, 15: 130-133.
- MAIRE, R. -1964- *Flore de l'Afrique du Nord*. 11: 112-197. Paris
- MARCHANT, C.J. & C.A. BRIGHTON -1971- Mitotic instability in the short Arm of a heteromorphic SAT Chromosome of tetraploid *Ranunculus ficaria* L. *Cromosoma*, 34: 1-18.
- MARCHANT, C.J. & C.A. BRIGHTON -1974- Cytological diversity and triploid frequency in a complex population of *R. ficaria* L. *Ann. Bot. London*, 38: 7-15.
- MARCHI, P., R. CAPINERI & G. D'AMATO -1975- Numeri cromosomici per la flora italiana: 208-218. *Inform. Bot. Ital.*, 7: 377-389.
- MARDSEN-JONES, E.M. -1935- *Ranunculus ficaria* L.: life history and pollination. *Journ. Linn. Soc. London*, 50: 39-57.
- MICELI, P. & F. GARBARI -1976- Numeri cromosomici per la flora italiana: 255-262. *Inform. Bot. Ital.*, 8: 207-216.
- NICHOLSON, G.G. -1983- Studies on the distribution and the relationship between the chromosome races of *Ranunculus ficaria* L. in S.E. Yorkshire. *Watsonia*, 14: 321-328.
- OVCZINNIKOV, P.N. -1937- *Ranunculus* L. y *Ficaria* Dill., in V. L. KOMAROV (ed.) *Flora of the USSR*. VII. Leningrad.
- PAPES, D. & I. TRINASTIC -1981- In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXX. *Taxon*, 30: 70.
- PASTOR, J. -1982- Karyology of *Allium* species from the Iberian Peninsula. *Phyton (Austria)*, 22 (2): 171-200.
- PASTOR, J. -1985- Karyology of *Allium stearnii* and *A. reconditum*, two new species from the Iberian Peninsula. *Phyton (Austria)*, 25 (1): 73-76.
- POGAN, E. & H. WCISLO -1973- Studies in *R. ficaria* L., I. Karyological analysis of *R. ficaria* L. subsp. *bulbifer* (Marsden-Jones) Lawalrée and *R. ficaria* L. subsp. *calthifolius* (Rchb.) Arc. *Acta Biol. Cracov., Sér. Bot.*, 16: 135-143.
- POGAN, E. & H. WCISLO -1974- Studies in *R. ficaria* L., II. Further karyological studies. *Acta*

- Biol. Cracov., Sér. Bot.*, 17: 165-173.
- POGAN, E. & H. WCISLO -1975- Studies in *R. ficaria* L., III. Karyotype analysis. *Acta Biol. Cracov., Sér. Bot.*, 18: 79-99.
- POGAN, E. & H. WCISLO -1981- Studies in *R. ficaria* L., V. Cytoembryological analysis of *R. ficaria* L. subsp. *calthifolius* (Rchb.) Arc. with B-chromosomes. *Acta Biol. Cracov., Sér. Bot.*, 23: 83-96.
- POGAN, E. & H. WCISLO -1986- Studies in *R. ficaria* L., VII. Additions to chromosome numbers. *Acta Biol. Cracov., Sér. Bot.*, 28: 87-92.
- POLYA, L. -1950- Magyarországi növényfajok kromoszomaszamai. II. *Ann. Biol. Univ. Debrecen*, 1: 46-56.
- ROMERO ZARCO, C. -1986- A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon*, 35: 526-530.
- RUTLAND, J. P. -1941- The Merton catalogue. A list of chromosome numbers of British plants. *New Phytol.*, 40: 210.
- SCHAEFFER, J.C. -1760- Botanica expeditior, 1. Regensburg.
- SEMERENKO, L.V. -1985- Chromosome numbers in some species of flowering plants of Byelorussian Flora. *Bot. Zur.*, 70: 992-994.
- SKALINSKA, M., R. CZAPIK, M. PIOTROWICZ et al. -1959- Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms (Dicotyledons). *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 28: 487-529.
- SNOW, R. -1963- Alcoholic hydrochloric acid-carmines as a stain for chromosomes in squash preparations. *Stain Technol.*, 38: 9-13.
- SORSA, V. -1963- Chromosomenzahlen Finnischer Kormophyten. II. *Ann. Acad. Sci. Fennicae*, 4 Biol. 68: 1-14.
- SOUÉGES, M.R. -1913- Recherches sur l'embryogénie de Ranunculacées. *Bull. Soc. Bot. France*, 60: 150-157.
- SPACH, E. -1839- Histoire naturelle des végétaux. *Phanerogames*, 7: 191-220. Paris.
- STEBBINS, G.L. -1938- Cytological characteristics associated with the different growth habits in the dicotyledons. *Am. Journ. Bot.*, 25: 189-198.
- STEBBINS, G.L. -1971- *Chromosomal evolution in higher plants*. London.
- TAMURA, M. -1967- Morphology, ecology and phylogeny of the Ranunculaceae. VII. *Sci. Rep. Osaka Univ.*, 16: 21-43.
- TJIO, J.J. & A. LEVAN -1950. The use of oxyquinoline in chromosome analysis. *Anal. Est. Exper. Aula Dei*, 2: 21-64.
- TUTIN, T.G. (1964)- *Ranunculus* L., in T. G. TUTIN et al. (eds.) *Flora Europaea*, 1: 223-237. Cambridge.
- VALDÉS, B. -1987- *Ranunculus* L., en B. VALDÉS et al. (eds.) *Flora Vascular de Andalucía Occidental*, 1: 97-114. Barcelona.
- VALDÉS-BERMEJO, E. -1979- Números cromosómicos de plantas occidentales: 1-34. *Anal. Jard. Bot. Madrid*, 36: 373-389.
- WET, J.M. & J.R. HARLAN -1970- Apomixis, polyploidy and speciation in *Dichanthium*. *Evolution*, 24: 270-277.
- WINKLER, H. -1926- Bausteine zu einer Monographie von *Ficaria*. *Beitr. Biol. Pflanzen*, 14: 3383-3455.

Aceptado para su publicación en Abril de 1993

Dirección de los autores. Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, Aptdo. 1095, 41080 Sevilla.