

CITOTAXONOMIA DE LAS ESPECIES ANUALES DE RANUNCULUS, CON AQUENIOS ORNAMENTADOS Y HOJAS DIVIDIDAS, EN LA PENINSULA IBERICA (*)

J. C. DIOSDADO & J. E. PASTOR

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla.

(Recibido el 22 de Mayo de 1991)

Resumen. Se han realizado estudios cariológicos en 30 poblaciones de las especies *R. arvensis* L., *R. muricatus* L., *R. parviflorus* L., *R. sardous* Crantz y *R. trilobus* Desf. en la Península Ibérica. Para cada especie se ha indicado el cariograma, idiograma y asimetría del cariotipo. Estas observaciones apoyan la idea de que la sect. *Echinella* debería estar constituida únicamente por *R. arvensis*.

Summary. Karyological studies have been made in 30 populations of five species of *Ranunculus*, namely *R. arvensis* L., *R. muricatus* L., *R. parviflorus* L., *R. sardous* Crantz y *R. trilobus* Desf., from the Iberian Peninsula. For each species, karyogram, idiogram and karyotype asymmetry have been indicated. The karyological data support the hypothesis of to constitute the section *Echinella* DC. only by *R. arvensis*.

INTRODUCCION

La sect. *Echinella* fue descrita por DE CANDOLLE (1824: 41) para agrupar a todos los ranúnculos con algún tipo de ornamentación en los aquenios. Más tarde, SPACH (1839: 194) describe el género *Pachyloma* donde incluye a *R. arvensis* como *Pachyloma arvense* Spach. GRENIER & GODRON (1848: 36) incluyeron a todos los ranúnculos con aquenios tuberculados o espinosos en la sect. *Brachybiastrum* propuesta por ellos. FREYN (1880: 941) acepta la sect. *Echinella* DC. pero formada exclusivamente por las especies de hojas divididas con aquenios equinulados y persistentes en el receptáculo (*R. arvensis* y *R. muricatus*); mientras que las especies con hojas divididas y aquenios tuberculados y caducos (*R. sardous* Crantz, *R. trilobus* Desf. y *R. parviflorus* L.) las incluye en la sect. *Euranunculus* Grenier & Godron [=sect. *Chrysanthé* (Spach) L. Benson] quedando los taxones de aquenios tuberculados pero con hojas enteras (*R. nodiflo-*

(*) Trabajo realizado dentro del proyecto de la DGICYT PB85-0366

rus L., *R. lateriflorus* DC., *R. ophioglossifolius* Vill. y *R. longipes* Lange ex Cutanda) integrados en la sect. *Flammula* Spach.

En este siglo, OVCZINNIKOV (1937: 475) consideró el género *Pachyloma* Spach como subgénero dentro de *Ranunculus*, englobando a todos los taxones de hojas divididas y aquenios tuberculados, muricados o equinulados. L. BENSON (1940: 803) adoptó este mismo criterio pero incluyéndolo en la sect. *Echinella*. MAIRE (1964: 117, 168-170) admitió la propuesta de FREYN (l.c.) de considerar la sect. *Echinella* formada por los taxones con aquenios persistentes y con espinas en sus caras laterales. TUTIN (1964: 230) consideró que la sect. *Echinella* la formaban *R. arvensis*, *R. parviflorus* y *R. chius* DC., al ser los únicos provistos de espinas, aunque en el caso de los dos últimos sean de pequeño tamaño.

Más recientemente, LÓPEZ GONZÁLEZ (1986: 308) adoptó el criterio de FREYN (l.c.) y MAIRE (l.c.). KEENER & HOOT (1987: 57-68), para la Flora del Sudeste de los Estados Unidos, siguen a L. BENSON (l.c.).

Por último VALDÉS (1987: 104) consideró que dicha sección debería estar formada por las especies anuales de hojas divididas y aquenios con espinas o tubérculos uncinados, es decir, *R. arvensis*, *R. muricatus* y *R. parviflorus*.

Como se puede observar, todos los autores coinciden en incluir a *R. arvensis* en la sect. *Echinella*, pero existe una gran disparidad de criterios sobre que especies deben acompañarle.

En la Península Ibérica existen cinco especies de ranúnculos anuales provistos de hojas divididas y aquenios con caras laterales ornamentadas: *R. arvensis* L., *R. muricatus* L., *R. parviflorus* L., *R. sardous* Crantz y *R. trilobus* Desf.

El estudio cariológico realizado permite establecer algunas relaciones entre estos taxones.

MATERIAL Y METODOS

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 meristemos 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 ± 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 & 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.

Los idiogramas obtenidos en cada taxón, se han realizado utilizando los valores medios de los brazos de cada par de cromosomas homólogos de al menos cinco metafases.

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

R. arvensis L., *Sp. Pl.*: 555 (1753).

Material estudiado: CADIZ, entre Villamartín y Algodonales, 22.5.1987, *Diosdado* (SEV 128233), $2n = 32$. HUELVA, Los Marines, 28.4.1987, *Diosdado* (SEV 128234), $n = 16$. LEÓN, Boca de Huérgano, 28.6.1987, *Díez, Diosdado & Pastor* (SEV 128235), $n = 16$. SALAMANCA, Rágama, 11.6.1988, *Diosdado & Pastor* (SEV 128236), $n = 16$. SEGOVIA, Villacastín, 11.6.1988, *Diosdado & Pastor* (SEV 128237), $n = 16$ y $2n = 32$.

El número gamético ($n = 16$) coincide con los publicados anteriormente por LANGLET (1927: 15) con material de procedencia desconocida y MEHRA & RE-MANANDAN (1972: 283) en plantas de la India.

A su vez, el número somático $2n = 32$, corrobora los datos indicados por LARTER (1932: 257) sin especificar el origen del material estudiado; BARROS NEVES (1944: 109) para varias poblaciones portuguesas; MÁJOVSKY & al. (1970: 19) con material checoslovaco; BHAT & al. (1972: 680) en muestras indias; GOEPFERT (1974: 479) en seis poblaciones sin especificar su procedencia; LÖVE & KJELLQVIST (1974: 20) para una población de Tragacete (Cuenca); STRID & FRANZÉN (1981: 833) en ejemplares de Grecia; MARCHI & al. (1975: 377) y D'OVIDIO & al. (1986: 150) con material italiano.

Se han observado 16 bivalentes en meiosis.

En la población gaditana de Villamartín-Algodonales, los cromosomas son entre medianamente pequeños y medianamente grandes, pues el tamaño aparente oscila entre 3'05 y 8'39 μm . La asimetría es del tipo 3B y los índices de asimetría tienen los valores $A_1 = 0'50$ y $A_2 = 0'32$.

La fórmula del cariograma (Fig. 1, A) obtenido es: $10m+2m^{\text{sat}}+4sm+10st+2(st-t)+4t$.

De los valores medios de cada par de cromosomas, calculados en varias metafases, resulta el idiograma (Fig. 3, A) con la fórmula: $10m+2m^{\text{sat}}+4sm+12st+4t$.

Anteriormente BARROS NEVES (1944: 109) y GOEPFERT (1974: 467) indicaron unas fórmulas idiogramáticas similares, aunque BARROS NEVES (l.c.) señaló que dos pares presentaban satélites en el brazo corto y otros dos en el brazo largo. LARTER (1932: 262) observó dos pares satelizados en su brazo corto.

R. arvensis es un taxón tetraploide que muestra unas diacinesis regulares con 16 bivalentes. De acuerdo con GOEPFERT (1974: 479) tiene un origen alotetraploide, aunque BARROS NEVES (1944: 112) lo interpretase como un antiguo autotetraploide que ha sufrido un proceso de diploidización.

R. muricatus L., *Sp. Pl.*: 555 (1753).

Material estudiado: CÁDIZ, entre Villamartín y Algodonales, 22.5.1987, Diosdado (SEV 128222), $n = 24$. Chiclana de la Frontera, Laguna de la Paja, 18.4.1989, Diosdado (SEV 128223), $n = 24$. Los Barrios, El Tiradero, 18.4.1989, Diosdado (SEV 128224), $2n = 48$. CÁCERES, Santa María de las Lomas, 28.4.1988, Diosdado & Vioque (SEV 128225), $2n = 48$. HUELVA, Los Marines, 28.4.1987, Diosdado (SEV 128226), $n = 24$. Almonte, El Rocío, arroyo de la Rocina, 5.5.1989, Diosdado (SEV 128227), $n = 24$. Linares de la Sierra, 29.4.1987, Diosdado (SEV 128228), $n = 24$. Entre Aroche y La Contienda, 23.5.1989, Diosdado (SEV 128229), $2n = 48$. SEVILLA, entre Pilas e Hinojos, 4.5.1987, Díez, Diosdado & García Ugidos (SEV 128230), $n = 24$. San Nicolás del Puerto, 19.4.1988, Diosdado & Santa Bárbara (SEV 128231), $n = 24$. PORTUGAL. ESTREMADURA, Malveira, 29.4.1989, Diosdado & Vioque (SEV 128232), $2n = 48$.

Los números gamético ($n = 24$) y somático ($2n = 48$), corroboran los observados por la mayoría de los autores. Otros, sin embargo, han indicado $2n = 32$, 40 ó 64. Por tanto, *R. muricatus* parece presentar una serie poliploide con tetraploides, pentaploides, hexaploides y octoploides.

LANGLET (1927: 15) y LARTER (1932: 257) indicaron $n = 24$ y $2n = 48$, respectivamente, sin especificar la procedencia del material. BARROS NEVES (1944: 102,103) observó $2n = 48$ ó 64 en distintas poblaciones portuguesas. GREGSON (1965, en GOEPFERT 1974: 474) obtuvo $2n = 64$. MARCHI (1971: 93) encontró $2n = 48$ en plantas italianas. LARSEN & LAEGAARD (1971: 250) indicaron $2n = c.48$ en una población asimismo italiana. GOEPFERT (1974:

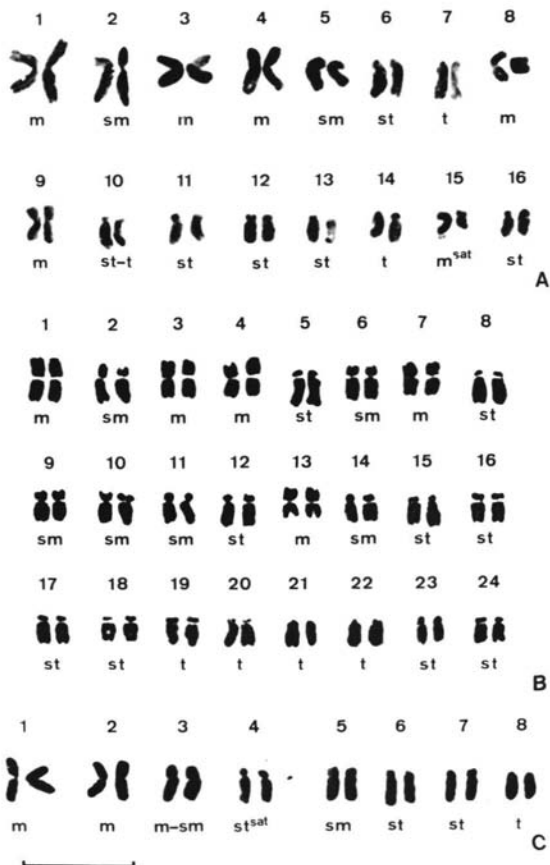


Fig. 1. Cariogramas: A. *R. arvensis* (Cádiz, SEV 128233). B. *R. muricatus* (Cádiz, SEV 128224). C. *R. sardous* (Alava, SEV 128304). Escala 10 μ m.

474) obtuvo $2n = 48$ en cinco poblaciones de procedencia desconocida. VAN LOON & DE JONG (1978: 57) señalaron $2n = 32$ en material de Francia. BIR & THAKUR (1981: 843) observaron $n = 24$ en meiosis de muestras de la India. COLOMBO & al. (1982: 203) encontraron 48 cromosomas en las mitosis de una población siciliana. MENADUE & CROWDEN (1985: 551) indicaron $2n = 64$ en una muestra de Tasmania. SUBRAMANIAN (1985: 761) observó $2n = 40$ y, ocasionalmente, células aneuploides con 56 cromosomas, en material de la India. AGAPOVA & ZEMSKOVA (1985: 855) señaló $2n = 48$ en poblaciones de la U.R.S.S. D'OVIDIO & al. (1986: 150) $2n = 32$ en plantas italianas.

De acuerdo con la bibliografía consultada, son los primeros datos obtenidos con material español.

En las meiosis estudiadas se observó la formación regular de 24 bivalentes.

En mitosis, el tamaño aparente de los cromosomas, en la población gaditana de Los Barrios, varía entre $2'76$ y $5'44 \mu\text{m}$. La simetría es del tipo 3A y los índices de asimetría tienen los valores $A_1 = 0'59$ y $A_2 = 0'17$.

El cariograma (Fig. 1, B) presenta en esta población la siguiente fórmula: $10m+12sm+18st+8t$.

En otras poblaciones donde se han estudiado metafases mitóticas, se ha observado el mismo cariograma.

De los valores medios obtenidos para los brazos de los cromosomas de cada par, resulta un idiograma para *R. muricatus* (Fig. 3, D) con la misma fórmula que el cariograma expuesto anteriormente.

R. muricatus muestra, en toda su área de distribución, una serie poliploide formada por tetraploides, pentaploides, hexaploides y octoploides. En el presente trabajo sólo se ha observado el nivel hexaploide ($2n = 48$), mientras que BARROS NEVES (1944: 102-103) también encontró en la Península plantas con el nivel octoploide ($2n = 64$), a las que consideró var. *grandiflorus* Freyn. Debido a que *R. muricatus* presenta en meiosis la formación regular de bivalentes y en mitosis los cromosomas se aparean perfectamente, se le puede atribuir un origen aloploiploide.

BARROS NEVES (1944: 102-103) indicó para citotipos hexaploides y octoploides la misma fórmula gamética, y que según la terminología de LEVAN & al. (1964) sería: $2m+1sm+3st+2t$. GOEPFERT (1974: 467) para plantas hexaploides señaló las posiciones relativas del centrómero de donde se deduce la fórmula idiogramática: $10m+14sm+18st+6t$. SUBRAMANIAN (1985: 764) en muestras pentaploides observó la presencia de 12 cromosomas con centrómero en la región media, 10 con centrómero submediano y 14 con centrómero subterminal.

La fórmula idiogramática obtenida en el presente estudio es similar a la señalada por GOEPFERT (l.c.) para plantas hexaploides, mientras que las indicadas por BARROS NEVES (l.c.) y SUBRAMANIAN (l.c.) muestran algunas variaciones en la proporción de los tipos cromosómicos del cariotipo.

R. parviflorus L., *Syst. Nat.*, ed. 10, 1087 (1759).

Material estudiado: CÁDIZ, La Barca de la Florida, 27.3.1988, *Diosdado* (SEV 128306), n = 14. SEVILLA, Sevilla, cultivos, 29.3.1989, *Diosdado* (SEV 128307), n = 14. Coripe, Peñón de Zaframagón, 10.4.89, *Diosdado & García* (SEV 128308), 2n = 28. TOLEDO, Castillo de Guadalerzas, 23.5.1988, *Díaz, Diosdado & Pérez* (SEV 128309), 2n = 28. ALMERÍA, entre Laujar y Alcolea, 10.4.1989, *Diosdado & Vioque* (SEV 128305), 2n = 28.

El número gamético n = 14 y el somático 2n = 28 encontrados corresponden a plantas tetraploides, ya que BARROS NEVES (1944: 99) observó, en varias poblaciones portuguesas, mitosis con 14 cromosomas. Otros autores coinciden con los datos del presente estudio como LANGLET (1927: 15 y 1932: 392) para plantas de origen desconocido y danés, respectivamente; LARTER (1932: 257) y GOEPFERT (1974: 479) sin especificar la procedencia del material; LÖVE & KJELLQVIST (1974: 20) en una población de Valdeazores (Sierra de Cazorla) y D'OVIDIO & al. (1986: 148) para muestras italianas. Por su parte, JANE (1932: 187, 188) encontró cromosomas supernumerarios en número variable, aunque no indicó la procedencia del material estudiado.

En meiosis se han observado siempre 14 bivalentes, lo que tendería a darle un origen alotetraploide.

En mitosis, el tamaño aparente de los cromosomas varía entre 2'29 y 7'63 µm, en la población almeriense, siendo entre medianamente pequeños y medianamente grandes. La asimetría es del tipo 3B y los índices de asimetría muestran los valores: A₁ = 0'58 y A₂ = 0'32.

En esta población el cariograma (Fig. 2, A) muestra la siguiente fórmula: 8m+6sm+2(sm-st)+12st.

En la población de Coripe, el tamaño aparente de los cromosomas oscila entre 3'81 y 8'39 µm. Los índices de asimetría son en este caso: A₁ = 0'56 y A₂ = 0'32. El cariograma obtenido es similar al de la población anterior.

De los valores medios de cada par de cromosomas, se obtiene el idiograma de *R. parviflorus* (Fig. 3, B) que presenta la fórmula: 8m+8sm+12st.

BARROS NEVES (1944: 99) con plantas diploides, procedentes de Portugal, indicó un cariograma formado por 4 cromosomas metacéntricos, 2 submetacéntricos y 8 subtelocéntricos de los que un par estaba satelizado. GOEPFERT (1974: 469) encontró unas posiciones centroméricas a las que corresponde la fórmula idiogramática: 8m+10sm+10st, que resulta muy similar a la hallada en el presente estudio.

R. sardous Crantz, *Stirp. Austr. Fasc.* 2: 84 (1763).

Material estudiado: ALAVA, entre Bernedo y Quintana, 25.5.1988, *Díaz, Diosdado & Pérez* (SEV 128304), 2n = 16.

El número somático encontrado coincide con los publicados anteriormente. LANGLET (1932: 392) con material danés. LARTER (1932: 256) sin especificar la procedencia. REESE (1961: 368) en una población alemana. HINDÁKOVÁ & CINCURA (1967: 181) para plantas de Checoslovaquia de la subsp. *sardous*. GADDELLA & KLIPHUIS (1968: 179) en material de Holanda. VAN LOON & al. (1971: 160) para una población de Montpellier (Francia). DAHLGREN & al. (1971: 260) con muestras de Alcudia (Mallorca). HOLUB & al. (1972: 177) en material checoslovaco de la subsp. *sardous*. GOEPFERT (1974: 474) para cuatro poblaciones de origen desconocido y CAPINERI & al. (1978: 435) en muestras italianas de la subsp. *subdichotomus* Gerbault.

El dato de PÓLYA (1948, en HOLUB & al. 1972: 178) que indica $2n = 18$, para material de Hungría, debe interpretarse como errata de impresión, pues en la figura correspondiente sólo se cuentan 16 cromosomas, siendo 18 el número de dicha figura.

De acuerdo con la bibliografía consultada se trataría del primer dato cariológico de esta especie para material peninsular.

Los cromosomas son entre medianamente pequeños y medianamente grandes variando el tamaño aparente entre $3'43$ y $6'10$ μm . La asimetría es del tipo 3A y los índices de asimetría muestran los valores $A_1 = 0'54$ y $A_2 = 0'16$.

El cariograma obtenido en la población estudiada (Fig. 3, C) presenta la fórmula: $4m+2(m-sm)+2sm+4st+2st^{sat}+2t$.

Los valores medios de los brazos de los cromosomas de cada par, muestran un idiograma con la fórmula: $4m+4sm+4st+2st^{sat}+2t$.

HINDÁKOVÁ & CINCURA (1967: 182-184) señalaron la fórmula idiogramática $4m+2sm+2sm^{sat}+8st$, así como una variación en el tamaño de los cromosomas entre $4'50$ y $6'00$ μm . HOLUB & al. (1972: 178) indicaron la fórmula $4m+4sm+2sm^{sat}+6st$ y un tamaño aparente que oscilaba entre $3'15$ y $4'10$ μm . Por último, GOEPFERT (1974: 467) obtuvo la fórmula idiogramática $6m+2sm+6st+2t$ y unos cromosomas de tamaño medio.

El idiograma correspondiente al material de Alava es una mezcla de los encontrados por estos autores. Por un lado, muestran 2 pares de cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m) y 4 cromosomas submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm), como citan HINDÁKOVÁ & CINCURA (l.c.) y por otro, tiene 6 cromosomas subteloacéntricos con el centrómero en la región subterminal (st) y 2 cromosomas telocéntricos con el centrómero en la región terminal (t) como indicó GOEPFERT (l.c.). Aunque HINDÁKOVÁ & CINCURA (l.c.) y HOLUB & al. (l.c.) observaron un par de cromosomas satelizados, ellos lo sitúan en cromosomas submetacéntricos mientras que en el presente estudio son claramente subteloacéntricos.

Respecto al tamaño de los cromosomas, se observa una variación en los máximos y mínimos, aunque todos los valores coinciden en su tamaño medio.

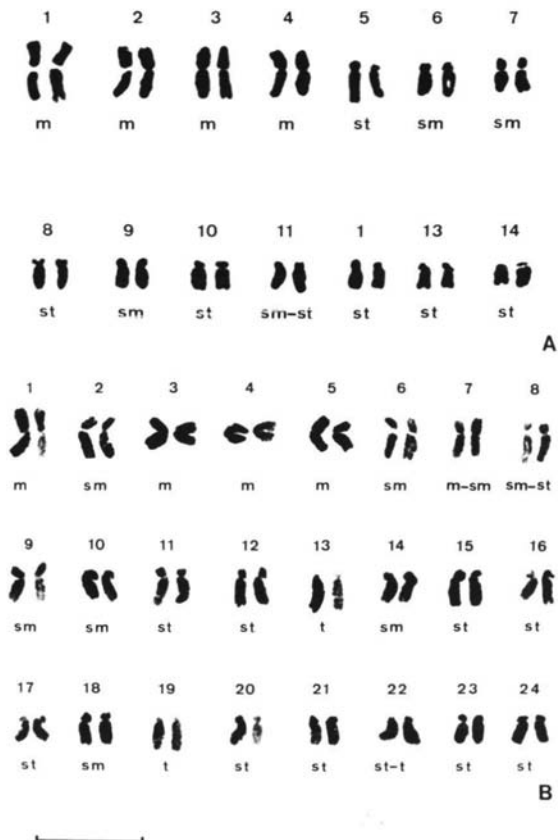


Fig. 2. Cariogramas: A, *R. parviflorus* (Almería, SEV 128305). B, *R. trilobus* (Cádiz, SEV 128314). Escala: 10 μ m.

De acuerdo con las revisiones taxonómicas sobre *R. sardous* Crantz, realizadas por GERBAULT (1920: 266-276), HOLUB & al. (1972: 179-181) y LÓPEZ GONZÁLEZ (1986: 351) el estudio cariológico del presente estudio es atribuible a *R. sardous* Crantz var. *tuberculatus* Celak (= *R. sardous* subsp. *subdichotomus* Gerbault) debido a que el material presenta aquenios tuberculados, a diferencia de la var. *sardous* que muestra los aquenios lisos.

R. trilobus Desf., *Fl. Atl.* 1: 437 (1798).

Material estudiado: CÁDIZ, Jerez de la Frontera, 25.4.1987, *Diosdado* (SEV 128316), $2n = 48$. Los Barrios, El Tiradero, 18.4.1989, *Diosdado* (SEV 128314), $2n = 48$. HUELVA, Almonte, El Rocío, 19.4.1990, *Diosdado*, *García & Vioque* (SEV 128317), $n = 24$. Laguna de El Portil, 14.5.1989, *Juan & López* (SEV 128313), $n = 24$. Navahermosa, 23.5.1989, *Diosdado* (SEV 128311), $n = 24$. Entre Aroche y La Contienda, 23.5.1989, *Diosdado* (SEV 128312), $2n = 48$. SALAMANCA, Villaseco de los Gamitos, 27.4.1988, *Diosdado & Vioque* (SEV 128315), $n = 24$. TOLEDO, Los Yébenes, Arroyo Zurita, 23.5.1988, *Díaz, Diosdado & Pérez* (SEV 128310), $n = 24$.

Se han observado los números gamético ($n = 24$) y somático ($2n = 48$) correspondiente al nivel hexaploide. En la bibliografía consultada también existen datos de poblaciones tetraploides ($2n = 32$). LANGLET (1927: 15) indicó $n = 24$ en muestras de procedencia desconocida. LARTER (1932: 257) observó $2n = 48$ en material de origen también desconocido. BARROS NEVES (1944: 95) señaló $2n = 48$ en poblaciones portuguesas, sub *R. sardous* Crantz subsp. *trilobus* (Desf.) Rouy & Fouc. y subsp. *xatardii* auct. KURITA (1959: 199) en una muestra cultivada, procedente del Jardín Botánico de Coimbra, encontró 47 cromosomas en mitosis sub *R. sardous*. BJÖRKQUIST & al. (1969: 273) indicaron $2n = 32$ en una población de Dos Hermanas (Sevilla). ROY & SHARMA (1971: 132) observaron $2n = 32$ con plantas del Himalaya. LARSEN & LAEGAARD (1971: 250) señalaron $2n = 32$ en una población italiana. GOEPFERT (1974: 474), con material de origen desconocido, encontró $2n = 48$. AGAPOVA (1980: 703) y PAVONE & al. (1981: 695) observaron, sub *R. sardous*, $2n = 32$ en poblaciones de Ucrania e Italia, respectivamente. MENADUE & CROWDEN (1985: 551) indicaron $2n = 48$ para una población australiana también de *R. sardous*.

En el estudio de las meiosis se han observado 24 bivalentes.

En mitosis, sólo se ha encontrado el nivel tetraploide. En la muestra de Los Barrios el tamaño aparente de los cromosomas varía entre $3'84$ y $7'44$ μm , considerándose entre medianamente pequeños y medianamente grandes. La asimetría es del tipo 3A y los índices de asimetría presentan los valores: $A_1 = 0'60$ y $A_2 = 0'16$.

En esta población el cariograma (Fig. 2, B) muestra la fórmula: $8m+2(m-sm)+12sm+2(sm-st)+18st+2(st-t)+4t$.

Son destacables las constricciones secundarias observadas en el brazo largo de los pares 4 (m) y 11 (st).

En el resto de las poblaciones estudiadas se han obtenido resultados similares.

De los valores medios de cada par de cromosomas, resulta el idiograma (Fig. 3, E) representativo de *R. trilobus* con la fórmula: $8m+14sm+2(sm-st)+18st+6t$.

Anteriormente, BARROS NEVES (1944: 96) y GOEFFERT (1974: 476) habían indicado unas fórmulas idiogramáticas similares. Además, BARROS NEVES (l.c.) observó la existencia de constricciones secundarias en algunos cromosomas, que han sido puestas de manifiesto en el presente estudio.

DISCUSION

De las especies estudiadas sólo *R. sardous* es un taxón exclusivamente diploide. En *R. parviflorus* se conocen niveles diploides y tetraploides; *R. muricatus* presenta en toda su área de distribución una serie poliploide formada por tetraploides, pentaploides, hexaploides y octoploides aunque en el presente trabajo sólo se ha detectado el nivel hexaploide. *R. arvensis* es una especie tetraploide mientras que para *R. trilobus* han sido citados niveles tetraploides y hexaploides.

En cuanto al número básico, todas presentan $x = 8$ excepto *R. parviflorus* que es una de las pocas especies, en la Península, que tiene un número básico $x = 7$. En el género *Ranunculus* se considera que el número básico $x = 8$ es el más primitivo y que de él ha surgido el número básico $x = 7$ por un proceso de reducción.

En la asimetría de los cariotipos también existen diferencias. *R. parviflorus* y *R. arvensis* tienen un grado de asimetría 3B y los valores más elevados del índice A_2 ($A_2 = 0,32$) por lo que muestran la mayor asimetría debida a la diferencia de tamaño entre los cromosomas del cariotipo. Sin embargo, *R. muricatus*, *R. sardous*, y *R. trilobus* presentan una asimetría del tipo 3A (Cuadro 1 y Fig. 4).

La presencia del grado de asimetría 3B en *R. parviflorus* está en relación con el número básico $x = 7$. Algo similar ocurre en *R. acris* L. subsp. *despectus* Lainz y *R. granatensis* Boiss., que son los únicos taxones peninsulares del género que muestran este número básico. La reestructuración de los cromosomas que pro-

Taxón	% Tipos cromosómicos							Asimetría		
	2n	M	m	sm	st	t	sat	Gr.	A ₁	A ₂
<i>R. arvensis</i>	32	–	37,5	12,5	34	16	2	3B	0,50	0,32
<i>R. muricatus</i>	48	–	21	25	37	17	–	3A	0,59	0,17
<i>R. parviflorus</i>	28	–	29	25	46	–	–	3B	0,56-0,58	0,32
<i>R. sardous</i>	16	–	31	19	37,5	12,5	2	3A	0,54	0,16
<i>R. trilobus</i>	48	–	19	29	42	10	–	3A	0,60	0,16

CUADRO 1. Datos cariológicos de los taxones estudiados.

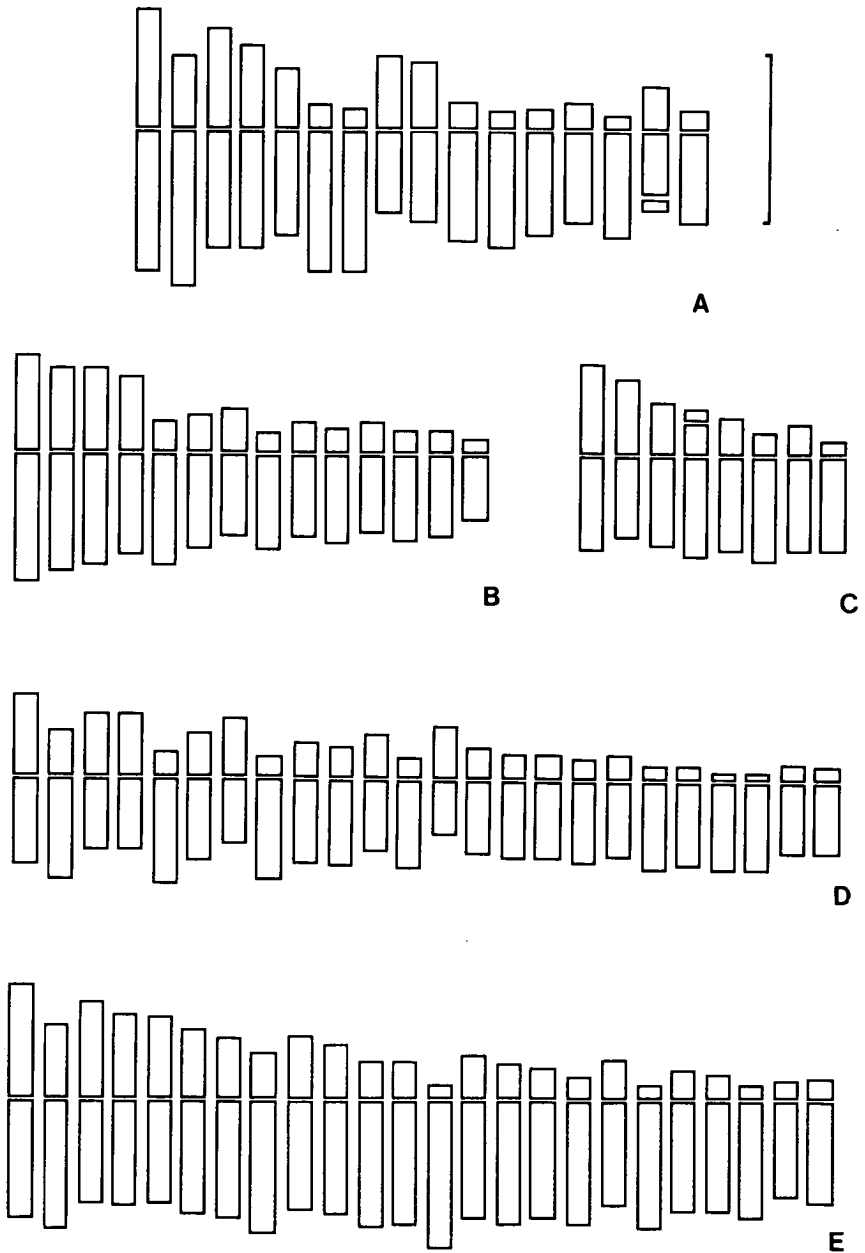


Fig. 3. Idiogramas de *R. arvensis* (A), *R. parviflorus* (B), *R. sardous* (C), *R. muricatus* (D) y *R. trilobus* (E). Escala: 5 μ m.

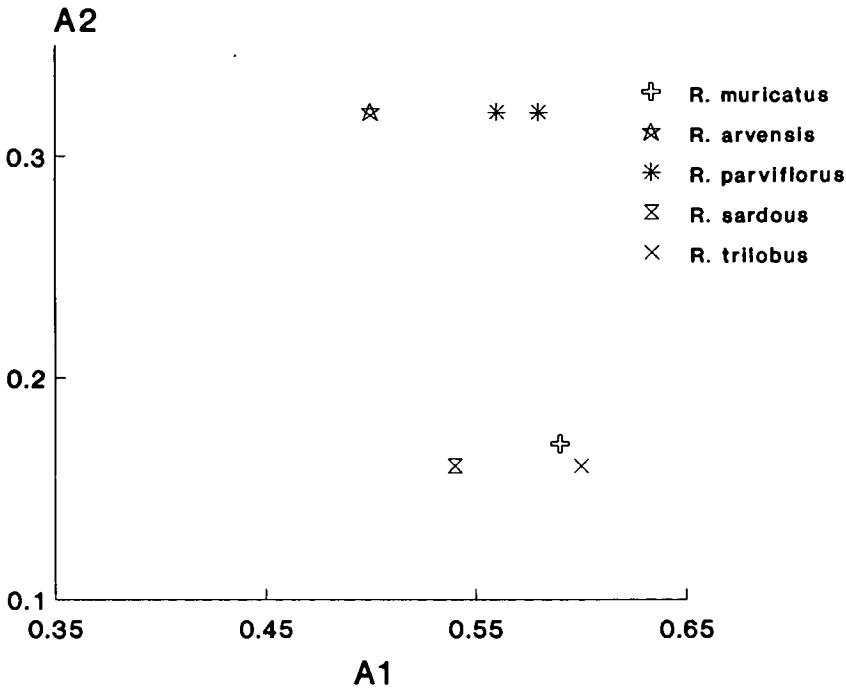


Fig. 4. Representación de los índices de asimetría (A_1 y A_2) de las especies estudiadas.

voca la disminución del número básico en *Ranunculus* está ligada claramente con un aumento en la asimetría del cariotipo.

Por su parte, en *R. arvensis* el grado de asimetría 3B no está favorecido por una disminución del número básico sino que supone una clara especialización dentro de las especies con número básico $x = 8$ y sobre todo respecto de *R. muricatus*, *R. sardous* o *R. trilobus*, taxones con los que se le relaciona por los caracteres morfológicos.

Además, *R. arvensis* tiene cromosomas con satélites en el brazo largo que tampoco aparece en ninguno de estos taxones. Por tanto, *R. arvensis* desde el punto de vista cariológico tiene unas características que lo separan de todas esas especies.

La singularidad de *R. arvensis* parece estar apoyada por los caracteres palinológicos pues tiene un tipo polínico característico. El polen es polipantoporado con aberturas poco nítidas tanto al MO como al MEB (FERNÁNDEZ 1985:20). Aunque *R. parviflorus* también presenta polen polipantoporado el número de aberturas es muy inferior. Por su parte, *R. muricatus*, *R. sardous* y *R. trilobus* tienen granos de polen pantocolpado. Por tanto, *R. arvensis* y *R. parviflorus* también desde el punto de vista palinológico son especies más evolucionadas ya que la mayor parte de las especies de *Ranunculus* presentan polen básicamente colpado (FERNÁNDEZ, l. c.).

Ecológicamente, las especies estudiadas tienen en común su preferencia por habitar en terrenos alterados, cultivos, barbechos, caminos, etc. Sin embargo, *R. arvensis* vuelve a diferenciarse pues se localiza en suelos secos mientras que los demás prefieren substratos húmedos.

Por último, desde el punto de vista de los caracteres morfológicos, *R. muricatus* es el taxón más próximo a *R. arvensis*, pues presenta aquenios persistentes en el receptáculo y con grandes ornamentaciones, mientras que *R. sardous*, *R. parviflorus* y *R. trilobus* poseen aquenios caducos, de menor tamaño y con pequeños tubérculos en sus caras laterales.

R. arvensis tiene algunas características que lo diferencian como es la presencia de sépalos patentes, en tanto que las especies con él relacionadas los presentan reflejos.

De acuerdo con los datos cariológicos aportados y el apoyo de referencias palinológicas, ecológicas y morfológicas, *R. arvensis* debe separarse del resto de las especies de *Ranunculus*, siguiendo la idea de SPACH (1839: 194) aunque sin darle categoría de género independiente como él propuso. Por ello, la sección *Echinella* estaría integrada sólo por *R. arvensis*. En cuanto a *R. muricatus*, *R. parviflorus*, *R. sardous*, *R. trilobus* y especies relacionadas quedarían englobadas en la sección *Chrysanthe* caracterizada ya de por sí por una gran heterogeneidad cariológica y morfológica.

BIBLIOGRAFIA

- AGAPOVA, N. D. (1980) In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXIX. *Taxon* 29: 703.
- & E. A. ZEMSKOVA (1985) Chromosome numbers in some species of *Ranunculus* (Ranunculaceae). *Bot. Zur.* 70: 855-856.
- BARROS NEVES, J. de, (1944) Contribução para o estudo cario-systemático das espécies portuguesas do género *Ranunculus* L. *Diss., Univ. Coimbra*, 1-200.
- BENSON, L. (1940) The North American subdivisions of *Ranunculus*. *Amer. J. Bot.* 27: 799-807.
- BHAT, B. K., S. K. BAKSHI & M. K. KAUL (1972) In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, XXXVIII. *Taxon* 21: 679-684.
- BIR, S. S. & H. K. THAKUR (1981) In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXXIII. *Taxon* 30: 842-843.
- BJÖRKQUIST, I., R. VON BOTHMER, O. NILSSON & B. NORDENSTAM (1969) Chromosome numbers in Iberian Angiosperm. *Bot. Not.* 22: 271-283.
- CAPINERI, R., G. D'AMATO & P. MARCHI (1978) Numeri cromosomici per la flora italiana: 543-583. *Inform. Bot. Ital.* 10: 421-465.
- COLOMBO, P., C. MARCENÓ & R. PRINCIOTTA (1982) Números cromosómicos de plantas occidentales: 186-199. *Anales Jard. Bot. Madrid* 39: 199-205.
- DAHLGREN, R., T. KARLSSON & P. LASSEN (1971) Studies on the flora of the Balearic Islands. I. Chromosome numbers in Balearic angiosperms. *Bot. Not.* 124: 249-269.
- DE CANDOLLE, A. P. (1824) *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, 1. Paris.

- D'OVIDIO, R., P. MARCHI & L. VISONÁ (1986) Numeri cromosomici per la flora italiana: 1053-1063. *Inform. Bot. Ital.* 18: 145-152.
- FERNÁNDEZ, I. (1985) Morfología polínica de *Ranunculus arvensis* L. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 2: 19-23.
- FREYN, J. F. (1880) *Ranunculus* L., in H. M. WILLKOMM & J. LANGE (eds.) *Prodromus Florae Hispanicae*, 3. Stuttgart.
- GADELLA, T. W. J. & K. KLIPHUIS (1968) Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands IV. *Koninkl. Nederl. Akademie Wet. Amsterdam, Proc. Ser. C*, 71: 168-183.
- GERBAULT, M. (1920) Sur la constitution du phénotype *R. sardous*. *Bull. Soc. Bot. France, Paris* 67: 266-276.
- GOEPFERT, D. (1974) Karyotypes and DNA content in species of *Ranunculus* L. and related genera. *Bot. Not.* 127: 464-489.
- GRENIER, J. & D. GODRON (1848) *Flore de France*, 1. Paris.
- HINDÁKOVÁ, M. & F. CINCURA (1967) Angaben über die Zahl und Morphologie der Chromosomen einiger Pflanzenarten aus dem Territorium der Ostslowakei. I. *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comeniana, Bot.* 14: 181-227.
- HOLUB, J., J. MESICEK & V. JAVURKOVA (1972) Annotated chromosome contents of Czechoslovak plants (31-60). (Materials for «Flora CSSR-3»). *Folia Geobot. Phytotax. Czech.* 7: 167-202.
- JANE, F. W. (1932) The chromosomes of *R. parviflorus* L. *Ann. Bot., London* 46: 187-188.
- KEENER, C. S. & S. B. HOOT (1987): *Ranunculus* L. sect. *Echinella* (*Ranunculaceae*) in the Southeastern United States. *Sida* 12: 57-68.
- KURITA, M. (1959) Chromosome studies in *Ranunculaceae*. XIV. Karyotypes of several genera. *Mem. Ehime Univ., Sect. II, Sci.* 3: 199-206.
- LANGLET, O. F. J. (1927) Beiträge zur zytologie der *Ranunculaceen*. *Svensk. Bot. Tidskr.* 21: 1-17.
- (1932) Ueber Chromosomenverhältnisse und Systematik der *Ranunculaceae*. *Svensk. Bot. Tidskr.* 26: 381-400.
- 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. *Jour. Genet.* 26: 255-283.
- LEVAN, A., K. FREDGA & A. A. SANDBERG (1964) Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, G. (1986) *Ranunculus* L. (excluidos subgénero *Batrachium* (DC.) A. Gray y secciones *Ranunculus* y *Ranunculastrum* DC.), in S. CASTROVIEJO & al. (eds.) *Flora Ibérica* 1: 298-301 y 310-353.
- LÖVE, A. & E. KJELLQVIST (1974) Cytotaxonomy of spanish plants. III y IV: *Salicaceae-Rosaceae*, *Caesalpinaceae-Asteraceae*. *Lagascalia* 4: 3-32 y 152-211.
- & LÖVE, D. (1975) *Plant chromosomes*. Vaduz.
- MAIRE, R. (1964) *Flore de l'Afrique du Nord*. 11: 112-197. Paris
- MÁJOVSKÝ, J., M. HINDÁKOVÁ, M. HÁBEROVA, J. ZÁBORSKY, A. MURÍN, M. VÁCHOVÁ, A. UHRÍKOVÁ, F. CINCURA, V. FERAČOVÁ & A. PAVUK (1970) Index of chromosome numbers of Slovakian flora (Part 1). *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comeniana, Bot.* 16: 1-26.
- MARCHI, P. (1971) Numeri cromosomici per la flora italiana: 46-56. *Inform. Bot. Ital.* 3: 82-94.
- , R. CAPINERI & G. D'AMATO (1975) Numeri cromosomici per la flora italiana: 208-218. *Inform. Bot. Ital.* 7: 377-389.

- MEHRA, P. N. & P. REMANANDAN (1972) Cytology of some West Himalayan Ranunculaceae. *Cytologia* 37: 281-296.
- MENADUE, Y. & R. K. CROWDEN (1985) In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXXXVIII. *Taxon* 34: 550-551.
- OVCZINNIKOV, P. N. (1937) *Ranunculus* L. y *Ficaria* Dill., in V. L. KOMAROV (ed.) *Flora of the USSR*. VII. Leningrad.
- PAVONE, P., C. M. TERRASI & A. ZIZZA (1981) In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXXII. *Taxon* 30: 695-696.
- REESE, G. (1961) In LÖVE, A. & D. LÖVE, Chromosome number of Central and Northwest European plant species. *Opera Bot.* 5: 1-581.
- ROMERO ZARCO, C. (1986) A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon* 35: 526-530.
- ROY, S. C. & A. K. SHARMA (1971) Cytotaxonomic studies on Indian Ranunculaceae. *Nucleus* 14: 132-143.
- SNOW, R. (1963) Alcoholic hydrochloric acid-carmines as a stain for chromosomes in squash preparations. *Stain Technol.* 38: 9-13.
- SPACH, E. (1839) *Histoire naturelle des végétaux. Phanérogames*. 7: 191-220. Paris.
- STEBBINS, G. L. (1938) Cytological characteristics associated with the different growth habits in the dicotyledons. *Amer. J. Bot.* 25: 189-198.
- (1971): *Chromosomal evolution in higher plants*. London.
- STRID, A. & R. FRANZÉN (1981) In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXXIII. *Taxon* 30: 829-843.
- SUBRAMANIAN, D. (1985) Cytological studies in South Indian Ranunculaceae. *Cytologia* 50: 759-768.
- 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 & al. (eds.) *Flora Europaea*, 1: 223-237. Cambridge.
- VALDÉS, B. (1987) *Ranunculus* L., in B. VALDÉS & al. (eds.) *Flora Vascular de Andalucía Occidental*, 1: 97-114. Barcelona.
- VAN LOON, J. C. & H. DE JONG (1978) In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LIX. *Taxon* 27: 56-60.
- , GADELLA, T. W. & E. KLIPHUIS (1971) Cytological studies in some flowering plants from southern France. *Acta Bot. Neerl.* 20: 157-166.