

## CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO CARIOLÓGICO DEL GÉNERO *CENTAUREA* L. (ASTERACEAE) EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Eusebio LÓPEZ<sup>1</sup> y Juan Antonio DEVESA<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra (Área de Botánica), Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Avenida de Elvas s/n, 06071-Badajoz, España.

<sup>2</sup>Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Edificio José Celestino Mutis, ctra. de Madrid km. 396, 14071-Córdoba, España

\*Autor para correspondencia: bv1dealj@uco.es

Recibido el 17 de julio de 2008, aceptado para su publicación el 29 de septiembre de 2008  
Publicado "on line" en octubre de 2008

**RESUMEN.** *Contribución al conocimiento cariológico del género Centaurea L. (Asteraceae) en la Península Ibérica.* Se da a conocer el número cromosómico de 22 táxones de *Centaurea* L. sect. *Centaurea*. En particular, se han estudiado 18 táxones del grupo de *C. paniculata* L., de los que *C. paniculata* subsp. *exilis* Arènes, *C. paniculata* subsp. *geresensis* Arènes, *C. coutinhoi* Franco, *C. kheilii* (Pau) Pau, *C. limbata* var. *insularis* Pau, *C. castellanoides* subsp. *talaverae* E. López & Devesa, *C. cordubensis* Font Quer, *C. bethurica* E. López & Devesa y *C. schousboei* Lange lo han sido por vez primera. Del grupo de *C. alba* L. se han estudiado 4 táxones, siendo nuevos los recuentos de *C. costae* Willk. var. *costae* y *C. costae* var. *maluqueri* Font Quer. En ambos grupos el número básico encontrado ha sido  $x = 9$ . El número diploide  $2n = 18$  es el más frecuente mientras que el nivel tetraploide  $2n = 36(4x)$  sólo se ha detectado en *C. aristata* Hoffmanns. & Link, *C. cordubensis* Font Quer y *C. schousboei* Lange.

Palabras clave. Asteraceae, *Centaurea*, número cromosómico, Península Ibérica.

**ABSTRACT.** *A contribution to the karyological knowledge of the genus Centaurea L. (Asteraceae) in the Iberian Peninsula.* A karyological study of 22 taxa of genus *Centaurea* L. sect. *Centaurea* is reported. Within *C. paniculata* L. group we have studied 18 taxa and the reports for some of them are given for the first time: *C. paniculata* subsp. *exilis* Arènes, *C. paniculata* subsp. *geresensis* Arènes, *C. coutinhoi* Franco, *C. kheilii* (Pau) Pau, *C. limbata* var. *insularis* Pau, *C. castellanoides* subsp. *talaverae* E. López & Devesa, *C. cordubensis* Font Quer, *C. bethurica* E. López & Devesa and *C. schousboei* Lange. Within *C. alba* L. group we have studied the chromosome number of 4 taxa, but only *C. costae* Willk. var. *costae* y *C. costae* var. *maluqueri* Font Quer are studied for the first time. In both groups we have found the basic number  $x = 9$ . Diploid number  $2n = 18$  is the most frequent whereas tetraploid level  $2n = 36(4x)$  has been found only in *C. aristata* Hoffmanns. & Link, *C. cordubensis* Font Quer and *C. schousboei* Lange.

Key words. Asteraceae, *Centaurea*, chromosome number, Iberian Peninsula.

## INTRODUCCIÓN

Las Compuestas han sido objeto de múltiples estudios cariológicos, estimándose que a finales de la década de los 70 del pasado siglo se conocía ya el número cromosómico del 39% (Solbrig, 1977) de las más de 23.000 especies que incluye la familia (Jeffrey, 2007), variando éste entre  $2n = 4$  [en *Haplopappus gracilis* (Nutt) Gray y *Brachyscome lineariloba* (DC.) Druce; Tanaka, 1981, y Watanabe, Carter *et al.*, 1976] y  $2n = 180$  (*Senecio roberti-friesii* K. Afzel; Afzelius, 1924). Desde entonces, la información cariológica ha crecido considerablemente y, desde luego, en el género *Centaurea* en particular.

Los recuentos en *Centaurea* datan de la primera mitad del siglo XX (*C. cyanus*,  $2n = 14$ ; Poddubnaja-Arnoldi, 1927, y Morinaga *et al.*, 1929), y hoy día se sabe que la variabilidad cromosómica en el género está comprendida entre  $2n = 14$  (muchas especies) y  $2n = 110$ , número que presentan *C. spruneri* Boiss. & Heldr. (Phitos, 1970) o *C. kunkelii* Garcia-Jacas (Garcia-Jacas, 1998). Las aportaciones que soportan este conocimiento han sido muy numerosas, entre ellas las de Mardsen-Jones & Turrill, 1937; Roy, 1938; Guinochet, 1956 & 1957; Guinochet & Foissac, 1962; Runemark, 1967; Dipali, 1967; Tonian, 1968; Gardou, 1969; Phitos, 1970 y 1971; Bramwell *et al.*, 1971 & 1972; Fernandes & Queirós, 1971; Gardou, 1972 a & b; Queirós, 1973; Fernández Morales, 1974, sec. Agudo, 1981; Fernández Morales & Gardou, 1975; Plitmann, 1976; Georgiadis & Phitos, 1976; Matthäs, 1976; Damboldt & Matthäs, 1975 & 1979; Blanca, 1980, 1981 a, b, c; Garcia-Jacas & Susanna, 1992; Garcia-Jacas *et al.*, 1997 & 1998 a y b; Ochsmann, 1999).

Especial mención merece el trabajo de Poddubnaja-Arnoldi (1931), quien estudia el número cromosómico de 14 especies,

concluyendo que  $x = 9, 10$  y  $12$  son los números básicos de los táxones del subgénero *Cyanus*, en el que centró su estudio. Destacar también el de Guinochet (1957), que estudió numerosas especies, representativas de 18 secciones del género *Centaurea*, concluyendo que: a) los números básicos en el género constituyen una serie dispoloide ( $x = 8, 9, 10, 11, 12, 13$  y  $15$ ), por translocaciones y pérdidas de porciones de cromosomas, y b) que hay un paralelismo entre las secciones establecidas sobre la base de características morfológicas (atendiendo sobre todo a las brácteas del involucre, el vilano y los caracteres polínicos) y los números cromosómicos hallados, pues las dotaciones cromosómicas de los representantes de las diferentes secciones estudiadas parecían ajustarse a un único número básico. En definitiva, para Guinochet (*loc. cit.*), los táxones más primitivos son aquellos con número básico elevado, capítulos grandes, con brácteas involucrales simples y más o menos enteras, con polen de tipo *Serratula* (más complejo) y hojas más o menos enteras y anchas, considerando como derivadas las secciones con números básicos más bajos, capítulos por lo general pequeños y con brácteas involucrales más o menos complejas, con polen de tipo *Jacea* (más simple) y hojas divididas. En un trabajo posterior, Guinochet & Foissac (1962), estudian el cariotipo de 35 especies pertenecientes a 14 secciones, y establecen de nuevo relaciones entre los tipos polínicos definidos por Wagenitz (1955) y el tamaño de los cromosomas, observando que en las especies con polen de tipo *Serratula* (menos evolucionadas para Wagenitz) predominan los cromosomas pequeños, mientras que en las especies con polen de tipo *Jacea* (más evolucionados para Wagenitz) predominan los cromosomas grandes.

En la actualidad, para el género *Centaurea* se conoce la serie de números

básicos  $x = 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15$  y 16, y se acepta que esta serie disploide es el resultado de una reducción en el número cromosómico asociada a un incremento de la asimetría del cariotipo (Fernández Casas & Fernández Morales, 1979; Fernández Casas & Susanna, 1986; Siljak-Yakovlev, 1986), tendencia conocida también en otros géneros de la familia como, por ejemplo, *Crepis* L. y *Leontodon* L. (Stebbins, 1950 & 1971). Los estudios con marcadores moleculares (García-Jacas *et al.*, 2001) han respaldado la fuerte correlación existente entre el número cromosómico y el tipo de polen, confirmándose así las ideas apuntadas por Guinochet (1957).

García-Jacas *et al.* (1996), dentro de la subtribu *Centaureinae*, sitúan en el número  $2n = 24$  el límite cromosómico entre “lo primitivo” y “lo derivado”, y consideran que los táxones con números cromosómicos superiores son los más primitivos, al tiempo que presentan polen de tipo *Serratula* o de tipo *Centaurea centaurium*, considerados también primitivos por Wagenitz (1955). A esta categoría pertenecen, por ejemplo, los táxones que tradicionalmente se reunían en la sección *Centaurea*, pero que integran un clado diferente al de las restantes especies de *Centaurea* (García-Jacas *et al.*, 2000), por lo que han sido segregadas en un género diferente: *Rhaponticoides* Vaill. (Gabrielian, 1995; García-Jacas, Susanna *et al.*, 2000; Greuter *et al.*, 2001). Por el contrario, los táxones con número cromosómico  $2n = 24$  ocupan una posición evolutiva intermedia, con granos de polen de los tipos *Cyanus* o *Montana*, como sucede con los representantes de *Centaurea* subgen. *Cyanus* y, finalmente, aquellos táxones con números inferiores a  $2n = 24$  integran grupos que se interpretan como más modernos, con polen de los tipos *Centaurea scabiosa* o *Jacea*. En el género, además, la poliploidía constituye un mecanismo de especiación o

diferenciación frecuente, como extraordinariamente frecuentes -y a menudo viables- son también los cruces entre táxones, incluso con dotaciones cromosómicas de diferente número básico (García-Jacas *et al.*, 1996).

En el presente trabajo se ha abordado el estudio cariológico de diversas especies de la sección *Centaurea* -en su actual acepción- en la Península Ibérica, pertenecientes al grupo de *C. paniculata* L. y al de *C. alba* L., que cuentan en el territorio con una abundante representación y alto grado de endemidad. Dicha elección, aparentemente dispar, se fundamenta en el hecho de que los táxones de ambos grupos están íntimamente relacionados entre sí, y también con los de otras secciones (v.gr., *Willkommia* G. Blanca) del tradicional e inconsistente subgénero *Acrolophus* (Cass.) DC. (véase López & Devesa, 2008 a), como han puesto de manifiesto diversas filogenias con marcadores moleculares (Font *et al.*, 2002; García-Jacas *et al.*, 2006; Suárez-Santiago *et al.*, 2007). Los datos cariológicos aportados aquí derivan de una reciente revisión para ambos grupos en el marco del proyecto *Flora Iberica* (López, 2008) y que, a diferencia de los táxones de *Centaurea* gr. *Willkommia*, para los que se dispone de una revisión taxonómica relativamente reciente (Blanca, 1981a) y de abundante información cariológica (Blanca, 1980, 1981b & c), se contaba en este caso solo con las revisiones de Arénes (1949 & 1951) y la más reciente de Dostál (1976) a nivel europeo -al margen de los tratamientos parciales efectuados en algunas floras regionales-, y de algunas aportaciones cariológicas en algún caso no exentas de error por las conocidas dificultades en la identificación de los táxones.

Para los táxones del grupo de *C. paniculata*, los antecedentes indican que  $2n = 18$  es el número cromosómico dominante y  $x = 9$  el número básico, siendo fenómenos

TAXON	2n	ANTECEDENTES	ORIGEN DEL MATERIAL
<i>C. schousboei</i> Lange	18	Fernández Casas & Gamarra, 1986	Entre Nocedo de Curueño y Tolibía de Abajo (León, España)
<i>C. spinabadia</i> subsp. <i>hanryi</i> (Jordan) Dostál	18	Agudo, 1981	Vilalleons - Vilatorra (Barcelona, España)
<i>C. spinabadia</i> subsp. <i>shuttleworthii</i> (Rouy) Dostál	18	Guinochet, 1957	Trayas-Agay (Francia)
<i>C. limbata</i> Hoffmanns. & Link	18	Fernandes & Queirós, 1971	Barraçao y Valongo (Portugal)
	18	Queirós, 1973	Sezelhe y Penhas da Saúde (Portugal)
	18	Valdés-Bermejo & Gómez, 1976	Finisterre (La Coruña, España)
	18	Agudo, 1981	Campelo (Lugo, España)
	18	García Martínez, 2000	Toques (La Coruña, España)
<i>C. rothmalerana</i> (Arènes) Dostál	18	Caixinhas <i>et al.</i> , 1991	No indicado
<i>C. paniculata</i> L.	18	Gardou, 1972b	Alpes-Maritimes (Francia) y Alto Adige (Italia)
	18(19)	Guinochet, 1956 (sec. Fedorov, 1974)	
	18	Van Loon & De Jong, 1978	Tesalónica (Grecia)
	18	Natarajan, 1981	Montpellier (Francia)
	18	Natarajan, 1988	Languedoc (Francia)
	18	Ochsmann, 1999	Bragniols, Le Val (Francia)
	18	Kiehn <i>et al.</i> , 2000	Austria
	18	Guinochet, 1957	Brignais-Givors (Francia)
<i>C. paniculata</i> subsp. <i>rigidula</i> (Jord.) Dostál	18	Guinochet, 1957	Cap d'Antibes (Francia)
<i>C. paniculata</i> subsp. <i>esterellensis</i> (Burnat) Dostál	18	Guinochet, 1957	Agay (Francia)
<i>C. paniculata</i> subsp. <i>castellana</i> (Boiss. & Reut.) Dostál	18	Fernández Morales, 1974 (sec. Agudo, 1981)	Jaén, Granada
	18	Agudo, 1981	Albacete-Albadalejo (Albacete, España)
	36	Agudo, 1981	Alpedrete (Madrid, España)
	18	Fernández Casas & Gamarra, 1986	Entre Medinaceli y Almazán (Soria, España)
<i>C. leucophaea</i> Jord.	18	Guinochet, 1957	Thorenç (Francia)
	18	Delay, 1969	Digne (Francia)
	18	Ochsmann, 1999	Liguria (Italia)
<i>C. leucophaea</i> subsp. <i>reuteri</i> (Rchb. fil.) Dostál	18	Guinochet, 1957	Escragnolles (Francia)
<i>C. castellanoides</i> Talavera	18	Aparicio, 1993	Sierra de Grazalema (Cádiz, España)

Tabla 1. Números cromosómicos indicados en los táxones del grupo de *Centaurea paniculata*.

TAXON	2n	AUTOR, AÑO	ORIGEN DEL MATERIAL
<i>C. alba</i> L.	18	Gardou, 1972a	Somosierra (Madrid, España)
	18	Matthäs, 1976	Sierra de Gredos (Madrid, España)
	18	Van Loon & Kieft, 1980	Visegrad (Bosnia-Herzegovina)
	36	Kuzmanov <i>et al.</i> , 1986	Bulgaria
	18	Hellwig, 1994	España, varias localidades
	18	Ochsmann, 2000	No Indicado
<i>C. alba</i> subsp. <i>tartesiiana</i> Talavera	18	Pastor <i>et al.</i> , 1990	La Umbria (Huelva, España)
<i>C. alba</i> subsp. <i>macrocephala</i> (Pau) Talavera	18	Agudo, 1981	Navalperal de Pinares (Ávila, España)
	18	Agudo, 1981	Navacerrada (Madrid, España)
<i>C. alba</i> subsp. <i>deusta</i> (Ten.) Nyman	18	Damboldt <i>et al.</i> , 1973	Mattinata (Italia)
	18+1B	Matthäs, 1976	Plagia, Campania (Italia)
	18	Šljak -Yakovlev, 1977	Dubrovnik (Croacia)
	18	Constantinidis & Kamari, 1995	Stereia Ellas (Grecia)
<i>C. alba</i> subsp. <i>heldreichii</i> Halacsy	18	Phitos & Damboldt, 1971	Etolia-Acarmania (Grecia)
<i>C. alba</i> subsp. <i>diomedea</i> Gasp.	18	Speta, 1971	Tremiti, Isla San Incola (Italia)
<i>C. alba</i> subsp. <i>subciliaris</i> (Boiss. & Heldr.) Dostál	18+2B	Phitos & Damboldt, 1971	Cefalonia (Grecia)
	36	Phitos & Damboldt, 1971	Cefalonia (Grecia)
	36+4B	Phitos & Damboldt, 1971	Cefalonia (Grecia)
	36	Matthäs, 1976	Cefalonia (Grecia)
	18	Matthäs, 1976	Lefkas (Grecia)
<i>C. splendens</i> L.	20	Nilsson & Lassen, 1971	Novi Vimodolski (Croacia)
<i>C. deusta</i> subsp. <i>divaricata</i> Matthäs & Pignatti	18	Brullo <i>et al.</i> , 1991	Torre d'Inserraglie (Italia)
<i>C. huljakii</i> J. Wagner	18	Damboldt & Melzheimer, 1974	Peninsula de Athos (Grecia)
	36	Matthäs, 1976	Peninsula de Athos (Grecia)
<i>C. ferulacea</i> Martelli	18	Arrigoni & Mori, 1971	Cerdeña (Italia)
<i>C. musarum</i> Boiss. & Orph.	18	Kamari, 1996	No Indicado
	18	Constantinidis & Kamari, 2000	Nomos Viotias (Grecia)
<i>C. aziziana</i> Rech. f.	18	Garcia-Jacas <i>et al.</i> , 1998b	Golfá (Irán)

Tabla 2. Números cromosómicos indicados en los táxones del grupo de *Centaurea alba*.

de poliploidía los que explican el recuento efectuado en algunas de las especies (tab. 1), y lo mismo sucede en el grupo de *C. alba* (tab. 2). El número  $2n = 20$  encontrado por Nilsson & Lassen (1971) en material croata de *C. splendens* L. se explica, probablemente, por la presencia de cromosomas supernumerarios, un fenómeno también común en el grupo y ya apuntado en algunos táxones [v.gr., *C. alba* subsp. *subciliaris* (Boiss. & Heldr.) Dostál; véase tabla 2].

En conjunto, se aporta información sobre 18 táxones del grupo de *C. paniculata* y 4 del grupo de *C. alba*, muchos de los cuales (12) han sido estudiados por primera vez desde el punto de vista cariológico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio de los cromosomas se ha efectuado en divisiones mitóticas de células meristemáticas de raíces, obtenidas a partir de plántulas crecidas de aquenios recolectados en el campo.

Como antimitótico se utilizó 8-hidroxiquinoleína 0,002 M (Tjio & Levan, 1950), actuando durante 4 horas a temperatura ambiente, y como fijador una mezcla de alcohol absoluto y acetato férrico (3:1) durante al menos 24 h, conservándose a continuación las muestras en viales con alcohol al 70%. Para la tinción se utilizó carmín alcohólico-acético (Snow, 1963), siendo suficientes 24-48 horas para alcanzar la tinción adecuada en la gran mayoría de los casos. El montaje de las muestras se efectuaba en portaobjetos con una gota de ácido acético al 45%, procediéndose al aplastamiento de las mismas tras taparlas con un cubreobjetos, quedando así listas para su observación al microscopio.

Para la descripción de los cromosomas se ha utilizado la terminología de Levan *et al.* (1964: **m**, metacéntricos; **sm**,

submetacéntricos; **st**, subtlocéntricos y **t**, telocéntricos), y la asimetría cariotípica indicada se ajusta a la clasificación propuesta por Stebbins (1971) y modificada por Dvorak *et al.* (1979), donde A1 representaría el mayor grado de simetría y C4 el mayor grado de asimetría. El tamaño de los cromosomas se indica mediante tres valores expresados en micras: el primero referido a la longitud del cromosoma más grande, el segundo (entre paréntesis) a la longitud media y su desviación típica, y el tercero al tamaño del cromosoma más pequeño.

Por último, indicar que para cada población se han estudiado varias placas metafásicas y que, tanto para la asimetría como para el tamaño de los cromosomas, se dan los valores medios de los cariotipos estudiados para cada población.

## RESULTADOS

### *CENTAUREA* GR. *C. PANICULATA* L.

#### 1. *C. paniculata* L., *Sp. Pl.*: 912 (1753) subsp. *paniculata*

*Material estudiado.* ESPAÑA. Gerona. Carretera de San Martín de Seserres al monasterio de la Mare de Deu del Mont, 22-VII-2004, J. López & E. López (UNEX 34481).

Se ha encontrado el número cromosómico  $2n = 18$  (fig. 1, A-B), que coincide con el señalado en material de diversos países europeos (tab. 1), si bien los recuentos de Kiehn *et al.* (2000) en plantas de Austria hay que referirlos casi con toda probabilidad a *C. maculosa* o *C. rhenana*. La fórmula cromosómica es  $8m + 1sm$ , la asimetría cariotípica de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas viene definido por los valores  $3,1 \text{ mm} - (2,51 \text{ mm} \pm 0,42) - 1,7 \text{ mm}$ .

#### 2. *C. paniculata* subsp. *leucophaea* (Jord.) Arcang., *Comp. Fl. Ital.*: 392 (1882)

*C. leucophaea* Jord., *Observ. Pl. Nouv.* 5: 64 (1847)

*Material estudiado.* ESPAÑA. Gerona.

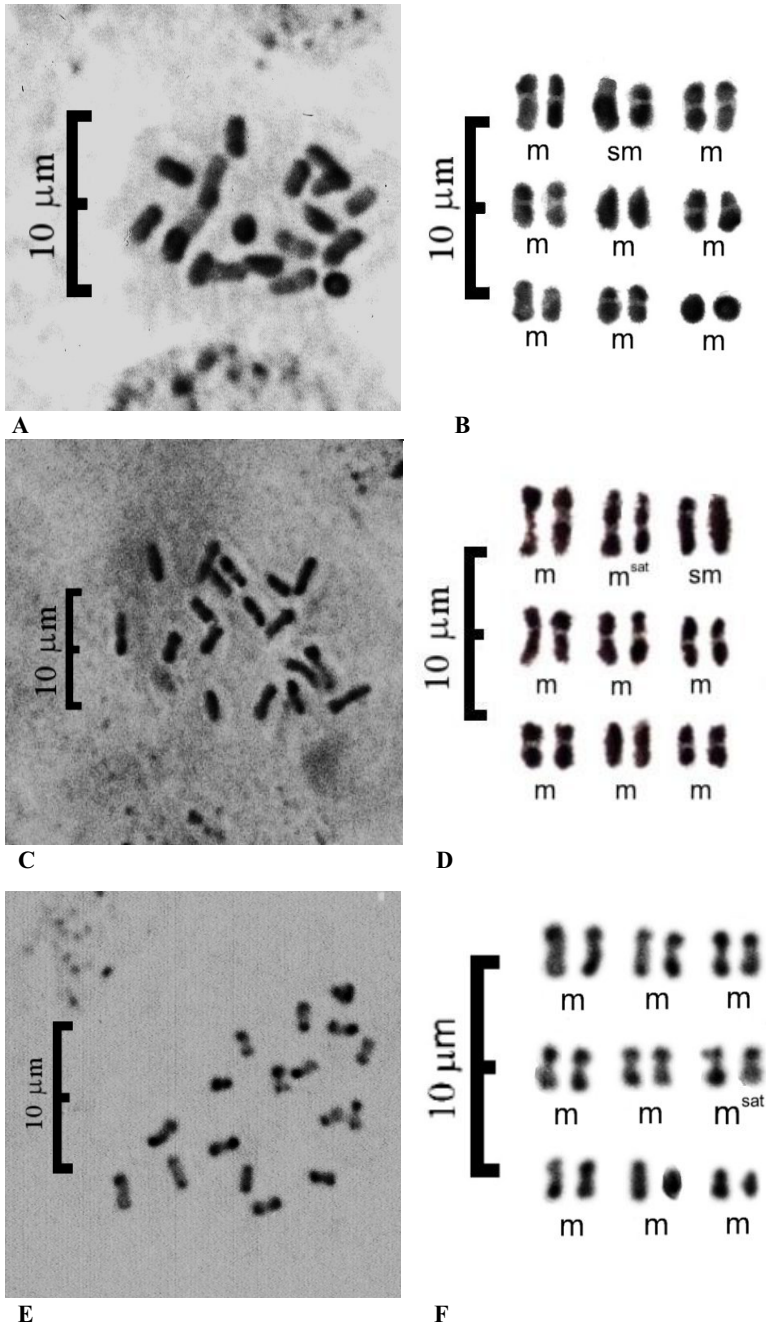


Figura 1. Metafases somáticas y cariotipos de: A-B, *C. paniculata* subsp. *paniculata* (Gerona, UNEX 34481); C-D, *C. paniculata* subsp. *leucophaea* (Gerona, COFC 30732); E-F, *C. paniculata* subsp. *exilis*. (Beira Alta, COFC 30696).

Romanyá de la Selva, 23-VII-2004, *J. López & E. López* (COFC 30732).

En plantas de la única población estudiada se ha encontrado el número cromosómico  $2n = 18$  (fig. 1, C-D), que no discrepa del señalado previamente en plantas del sur de Francia y el noroeste de Italia (tab. 1). La fórmula cromosómica es  $7m + 1m^{sat} + 1sm$ , la asimetría cariotípica de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas viene definido por los valores  $4,2 \text{ mm} - (3,16 \text{ mm} \pm 0,51) - 2,4 \text{ mm}$ .

**3. *C. paniculata* subsp. *exilis*** Arènes in *Agron. Lusit.* 11(1): 20 (1949)

*Material estudiado.* PORTUGAL. **Beira Alta.** Oliveira do Conde, 16-VII-2003, *Devesa & E. López* (COFC 30696). **Beira Baixa.** Alcaide, 16-VII-2003, *Devesa & E. López* (COFC 30692).

En las dos poblaciones estudiadas se ha encontrado el número cromosómico  $2n = 18$  (fig. 1, E-F), no conociéndose recuento previo para este endemismo del CW de la Península Ibérica. La fórmula cromosómica encontrada en las plantas de Oliveira do Conde es  $8m + 1m^{sat}$ , la asimetría cromosómica de tipo A1 y el tamaño de sus cromosomas de  $2,6 \text{ mm} - (2,01 \text{ mm} \pm 0,31) - 1,4 \text{ mm}$ .

**4. *C. paniculata* subsp. *geresensis*** Arènes in *Agron. Lusit.* 11(1): 22 (1949)

*Material estudiado.* PORTUGAL. **Minho.** Carretera de Arcos de Valdevez a Marçao, 22-VI-2004, *J. López & E. López* (COFC 30693); Vilar de Veiga, 22-VI-2004, *J. López & E. López* (UNEX 34468).

El número cromosómico  $2n = 18$  (fig. 2, A-B) encontrado en ambas poblaciones es, probablemente, el primer recuento para este endemismo del NW de la Península Ibérica (Sierra de Peneda-Gerês, y áreas adyacentes). La fórmula cromosómica encontrada en plantas de la población situada entre Arcos de Valdevez y Marçao es  $8m + 1sm$ , la asimetría de tipo A1 y el tamaño cromosómico de  $3,2 \text{ mm} - (2,58 \text{ mm} \pm 0,32) - 2,0 \text{ mm}$ .

**5. *C. paniculata* subsp. *rothmalerana*** Arènes in *Agron. Lusit.* 11(1): 24 (1949)

*Material estudiado.* PORTUGAL. **Beira Alta.** Entre Covilha y Penhas de Saúde, 16-VII-

2003, *Devesa & E. López* (UNEX 34469); entre Penhas da Saude y Manteigas, 16-VII-2003, *Devesa & E. López* (COFC 30717).

En las dos poblaciones estudiadas se ha encontrado el mismo número,  $2n = 18$  (fig. 2, C-D), así como fórmulas [ $7m + 1m^{sat} + 1sm$ , UNEX 34469, y  $6m + 2sm + 1m^{sat}$ , COFC 30717] y tamaño de los cromosomas [ $4,4 \text{ mm} - (3,11 \text{ mm} \pm 0,58) - 2,3 \text{ mm}$ , UNEX 34469, y  $4,3 \text{ mm} - (3,20 \text{ mm} \pm 0,60) - 2,6 \text{ mm}$ , COFC 30717] similares, y asimetría de tipo A1. Para este taxon, endémico de la Sierra de la Estrella (Portugal), se conocía ya el recuento de Caixinhas *et al.* (1991), y tal vez haya que referir también a él el observado por Queirós (1973) en plantas de la Sierra de la Estrella (Portugal) y que identifica como *C. paniculata* subsp. *limbata*.

**6. *C. coutinhoi*** Franco in *Nova Fl. Portugal* 2: 477, 572 (1984)

*Material estudiado.* ESPAÑA. **Cáceres.** Aceña de La Borrega, 22-V-2003, *E. López & Valtueña* (UNEX 34475). PORTUGAL. **Alto Alentejo.** Castelo de Vide, 16-VII-2003, *Devesa & E. López* (COFC 30744); Marvao, 4-VI-2005, *Valtueña* (COFC 30684).

En las tres poblaciones estudiadas se ha encontrado el mismo número,  $2n = 18$  (fig. 2, E-F), y fórmulas cromosómicas similares:  $6m + 3sm$  (UNEX 34475),  $8m + 1sm$  (COFC 30744) y  $7m + 2sm$  (COFC 30684). De igual forma, en los tres casos los cariotipos presentan una asimetría de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas es muy parecido:  $3,1 \text{ mm} - (2,57 \text{ mm} \pm 0,44) - 1,9 \text{ mm}$  (UNEX 34475);  $2,9 \text{ mm} - (2,23 \text{ mm} \pm 0,40) - 1,9 \text{ mm}$  (COFC 30744) y  $3,1 \text{ mm} - (2,49 \text{ mm} \pm 0,40) - 1,9 \text{ mm}$  (COFC 30684). Se trata de los primeros recuentos efectuados para este endemismo hispano-lusitano del CW de la Península Ibérica.

**7. *C. kheilii*** (Pau) Pau in *Bol. Soc. Aragonesa Ci. Nat.* 1: 49 (1902)

*C. coeruleascens* var. *kheili* Pau in *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.* 26: 200 (1897)

*Material estudiado.* ESPAÑA. **Cáceres.** Hervás, 13-VII-2004, *Devesa & E. López* (COFC 30707).

En las plantas de la única población estudiada se ha encontrado el número cromosómico  $2n = 18$  (fig. 3, A-B). La fórmula



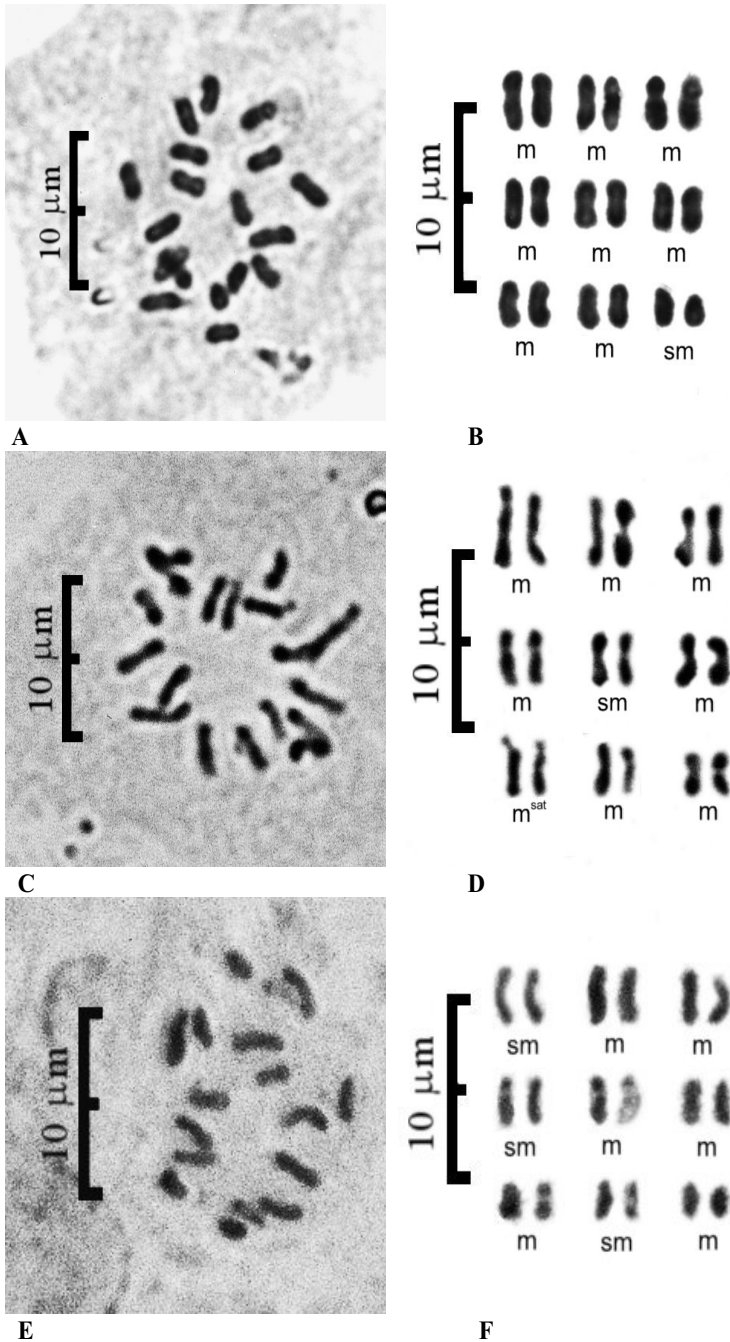


Figura 2. Metafases somáticas y cariotipos de: A-B, *C. paniculata* subsp. *geresensis* (Minho, COFC 30693); C-D, *C. paniculata* subsp. *rothmalerana* (Beira Alta, UNEX 34469); E-F, *C. coutinhoi*. (Alto Alentejo, COFC 30744).

cromosómica es  $6m + 3sm$ , la asimetría cariotípica de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas viene definido por los valores  $2,8 \text{ mm} - (2,10 \text{ mm} \pm 0,26) - 1,9 \text{ mm}$ . Se trata del primer recuento efectuado para este endemismo del W del Sistema Central de la Península Ibérica.

**8. *C. hanryi*** Jord., *Observ. Pl. Nouv.* 5: 70 (1847)  
*Material estudiado.* ESPAÑA. **Barcelona.** Barcelona, Monte Tibidabo, 17-VI-2005, *E. López* (COFC 30729); entre Matadepera y La Barata, 17-VI-2005, *E. López* (UNEX 34480).

En las plantas procedentes del Monte Tibidabo se ha encontrado el número cromosómico  $2n = 18$  (fig. 3, C-D), coincidente con el señalado por Agudo (1981) en plantas de una localidad cercana, pero en las recolectadas entre Matadepera y La Barata (UNEX 34480) se detectó en algunas placas metafásicas la presencia de 1 cromosoma accesorio ( $2n = 18 + 1B$ ). Las fórmulas cromosómicas  $6m + 3sm$  (COFC 30729) y  $7m + 1m^{sat} + 1sm$  (UNEX 34480) son similares, e igual sucede con el tamaño de los cromosomas, que viene definido por los valores  $3,7 \text{ mm} - (3,04 \text{ mm} \pm 0,48) - 2,3 \text{ mm}$  (COFC 30729) y  $2,9 \text{ mm} - (2,39 \text{ mm} \pm 0,36) - 1,7 \text{ mm}$  (UNEX 34480), en ambos casos con asimetría de tipo A1.

**9. *C. limbata*** Hoffmanns. & Link, *Fl. Portug.* 2: 221 (1820-1828) var. *limbata*  
*Material estudiado.* ESPAÑA. **La Coruña.** Cabo Finisterre, 23-VI-2004, *J. López & E. López* (UNEX 34471).

En la única población estudiada de este endemismo hispano-lusitano del NW de la Península Ibérica se ha encontrado el número cromosómico  $2n = 18$  (fig. 3, E-F). La fórmula cromosómica es  $8m + 1m^{sat}$ , la asimetría de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas viene definido por los valores  $2,2 \text{ mm} - (1,79 \text{ mm} \pm 0,27) - 1,2 \text{ mm}$ .

El recuento efectuado coincide (tab. 1) con los de Fernandes & Queirós (1971) y Queirós (1973) en plantas de poblaciones portuguesas; con el de García Martínez (2000), en material procedente de Toques (La Coruña), y con el de Valdés-Bermejo & Gómez (1976) en plantas también de Finisterre en las que, no obstante, señalaron la presencia de 1 par de cromosomas satelizados. Agudo (1981) señala en plantas de

la provincia de Lugo un tamaño de los cromosomas algo mayor, entre 2 y 3,5 mm, ajustándose el material que estudió a la fórmula  $2m + 7sm$ .

**10. *C. limbata*** var. *insularis* Pau in *Bol. Soc. Aragonesa Ci. Nat.* 1: 49 (1902)  
*Material estudiado.* ESPAÑA. **Pontevedra.** Islas Cíes, isla de Montefaro, 26-VII-2006, *J. López & E. López* (UNEX 34490).

En plantas de esta población se ha encontrado el número cromosómico  $2n = 18$ , tratándose al parecer del primer recuento efectuado en este taxon endémico de las Islas Cíes (Pontevedra).

**11. *C. langeana*** Willk. in Willk. & Lange, *Prodr. Fl. Hispan.* 2: 157 (1870)  
 subsp. *langeana*  
*Material estudiado.* ESPAÑA. **Salamanca.**

La Fregeneda, 30-VI-2003, *Ortega & E. López* (COFC 30713); Masueco, carretera a Pereña, 1-VII-2003, *Ortega & E. López* (COFC 30709).

Se ha encontrado el número cromosómico  $2n = 18$  (fig. 4, A-B), coincidente con el hallado previamente por Fernández Casas & Gamarra (1986) en plantas procedentes de la provincia de León (sub *C. schousboei* Lange, tab. 1) y, probablemente, también haya que referir a este taxon el recuento efectuado por estos autores en una población procedente de Soria e identificada como *C. paniculata* subsp. *castellana*, aunque en este caso no ha podido estudiarse el testigo.

En las dos poblaciones la asimetría es de tipo A1 y las fórmulas cromosómicas muy parecidas,  $9m$  (COFC 30713) y  $8m + 1sm$  (COFC 30709), al igual que lo es el tamaño de los cromosomas:  $2,7 \text{ mm} - (2,10 \text{ mm} \pm 0,39) - 1,5 \text{ mm}$  (COFC 30713) y  $2,5 \text{ mm} - (1,88 \text{ mm} \pm 0,36) - 1,3 \text{ mm}$  (COFC 30709).

**12. *C. aristata*** Hoffmanns. & Link, *Fl. Portug.* 2: 226 (1820-1828)  
 = *C. castellana* Boiss. & Reut. in Boiss., *Diagn. Pl. Orient. ser.* 1, 6: 129 (1842)

*Material estudiado.* ESPAÑA. **Madrid.** Pelayos de la Presa, en dirección a Robledo de Chavela, 7-VII-2005, *E. López* (COFC 30739); San Martín de Valdeiglesias, carretera a la ermita Virgen de la Nueva, 7-VII-2005, *E. López* (COFC 30686).

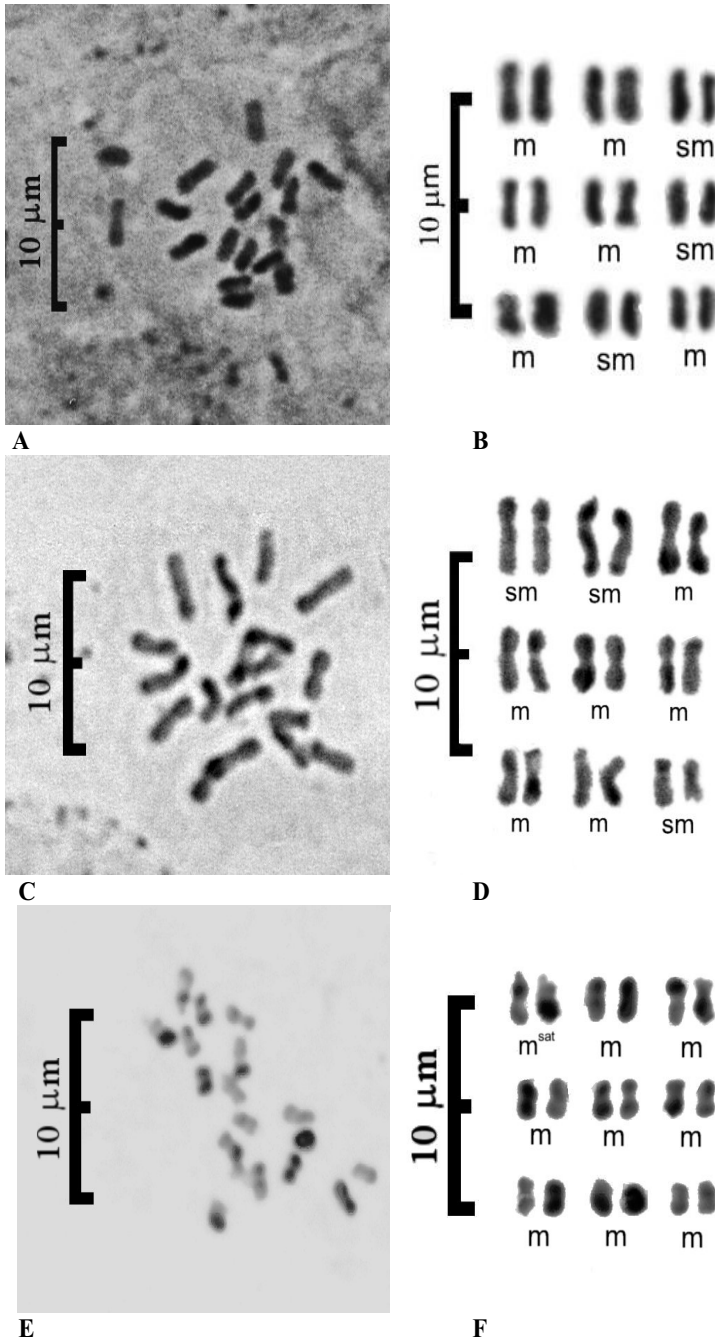


Figura 3. Metafases somáticas y cariotipos de: A-B, *C. kheilii* (Cáceres, COFC 30707); C-D, *C. hanryi* (Barcelona, COFC 30729); E-F, *C. limbata* var. *limbata* (La Coruña, UNEX 34471).

En plantas de las dos poblaciones estudiadas se ha encontrado el número  $2n = 36$  (fig. 4, C-D), que pone de manifiesto el origen poliploide ( $4x$ ,  $x = 9$ ) de este endemismo de la Península Ibérica. En ambos casos los cariotipos presentan una asimetría de tipo A1, siendo las fórmulas cromosómicas  $15m + 1m^{sat} + 2sm^{sat}$  (COFC 30739) y  $14m + 4sm$  (COFC 30686), y el tamaño de los cromosomas muy similar:  $3,0 \text{ mm} - (2,61 \text{ mm} \pm 0,39) - 2,2 \text{ mm}$  (COFC 30739) y  $3,9 \text{ mm} - (2,87 \text{ mm} \pm 0,45) - 2,8 \text{ mm}$  (COFC 30686).

Los recuentos efectuados coinciden (tab. 1) con el número indicado por Agudo (1981, sub *C. castellana*) en plantas de una población de Alpedrete (Madrid), pero no así con el que halló en plantas procedentes de Albacete ( $2n = 18$ ), aunque probablemente éstas no se corresponden con este taxon, sino que deban identificarse con *C. castellanoides*, lo que probablemente le ocurra también al material testigo de los recuentos efectuados por Fernández Morales (1974, sec. Agudo, 1981). De igual manera, es probable que el conteo efectuado por Fernández Casas & Gamarra (1986, sub *C. castellana*) deba referirse a *C. castellanoides* subsp. *talaverae* (vide López & Devesa, 2008b).

**13. *C. castellanoides*** Talavera in *Lagascalia* 12: 271 (1984) subsp. *castellanoides*

Aunque el taxon no ha podido ser estudiado, probablemente hay que referir a él el número cromosómico  $2n = 18$  indicado por Agudo (1981) en plantas procedentes de Jaén e identificadas como *C. paniculata* subsp. *castellana*, y por Fernández Morales (1974, sec. Agudo, 1981) en material con igual identificación y procedente de Jaén y Granada.

**14. *C. castellanoides*** subsp. *arundana* E. López & Devesa in *Acta Bot. Malacitana* 33: 60 (2008)

*Material estudiado.* ESPAÑA. **Málaga.** Parque Natural Sierra de las Nieves, 10-VII-2004, E. López & Valtueña (UNEX 34477).

En la población estudiada de este endemismo del S de España (López & Devesa, 2008b) se ha encontrado el número cromosómico  $2n = 18$  (fig. 4, E-F), que coincide con el obtenido por Aparicio (1993) en plantas de la Sierra de Grazalema (Cádiz, sub *C. castellanoides*). La

fórmula cromosómica hallada es  $7m + 2sm$ , la asimetría cariotípica de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas viene definido por los valores  $3,8 \text{ mm} - (3,24 \text{ mm} \pm 0,32) - 2,8 \text{ mm}$ .

**15. *C. castellanoides*** subsp. *talaverae* E. López & J.A. Devesa in *Acta Bot. Malacitana* 33: 60 (2008)

*Material estudiado.* ESPAÑA. **Albacete.** carretera entre La Hoz y Alcaraz, 30-VII-2004, E. López (UNEX 35212). **Toledo.** Noblejas, carretera en dirección a Dos Barrios, 7-VII-2005, E. López (UNEX 34478).

Se han estudiado plantas procedentes de dos poblaciones, obteniéndose en ambos casos el mismo número cromosómico,  $2n = 18$  (fig. 5, A-B). Las fórmulas cromosómicas son  $7m + 2sm$  (UNEX 35212) y  $4m + 4sm + 1sm^{sat}$  (UNEX 34478), la asimetría de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas varía entre  $3,2 \text{ mm} - (2,71 \text{ mm} \pm 0,28) - 2,4 \text{ mm}$  (UNEX 35212) y  $5,2 \text{ mm} - (4,10 \text{ mm} \pm 0,60) - 3,4 \text{ mm}$  (UNEX 34478). Se trata de los primeros recuentos efectuados para este endemismo del SE y CE de la Península Ibérica (López & Devesa, 2008b).

**16. *C. cordubensis*** Font Quer in *Collect. Bot. (Barcelona)* 1(3): 310 (1947)

*Material estudiado.* ESPAÑA. **Badajoz.** Fuente de Cantos, carretera a Llerena, 22-VII-2005, E. López (UNEX 34473). **Huelva.** El Marquesado, 14-VI-2006, Devesa et al. (UNEX 35206).

En plantas de las dos poblaciones estudiadas se ha encontrado  $2n = 36$  (fig. 5, C-D), número que pone de manifiesto el origen poliploide ( $4x$ ,  $x = 9$ ) de este taxon endémico del CS y SW de la Península Ibérica (López & Devesa, 2008b) que, al parecer, se estudia por vez primera. En ambos casos los cariotipos presentan una asimetría de tipo A1 y se ajustan a las fórmulas  $16m + 2sm$  (UNEX 34473) y  $14m + 4sm + 1sm^{sat}$  (UNEX 35206), variando los cromosomas entre  $3,2 \text{ mm} - (2,64 \text{ mm} \pm 0,38) - 2,2 \text{ mm}$  (UNEX 34473) y  $3,2 \text{ mm} - (2,40 \text{ mm} \pm 0,40) - 2,0 \text{ mm}$  (UNEX 35206).

**17. *C. bethurica*** E. López & J.A. Devesa in *Anales Jard. Bot. Madrid* 65: 337 (2008)

*Material estudiado.* ESPAÑA. **Badajoz.**

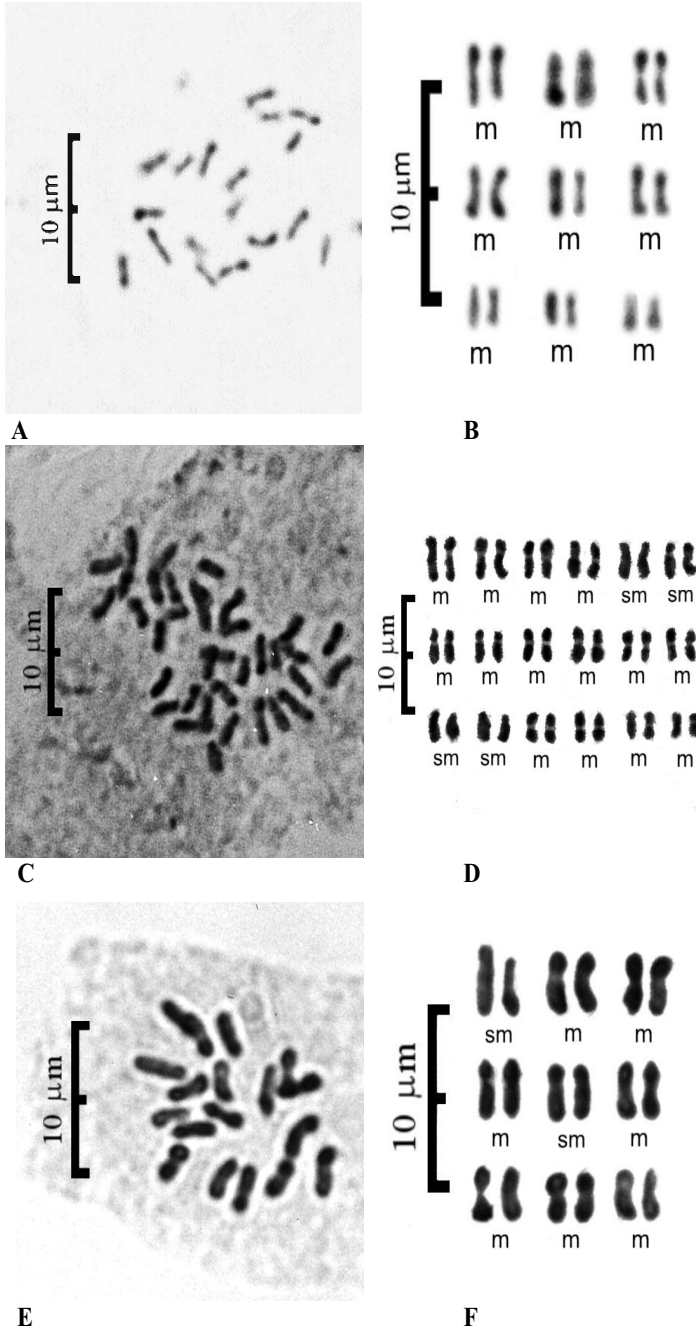


Figura 4. Metafases somáticas y cariotipos de: A-B, *C. langeana* subsp. *langeana* (Salamanca, COFC 30713); C-D, *C. aristata* (Madrid, COFC 30686); E-F, *C. castellanoides* subsp. *arundana* (Málaga, UNEX 34477).

Baterno, camino a La Garganta, 10-VII-2005, *E. López* (UNEX 34474). **Ciudad Real**. Luciana, carretera a Puebla de Don Rodrigo 3-VII-2004, *E. López* (COFC 30716).

Se han estudiado dos poblaciones, encontrándose en las plantas de ambas el mismo número cromosómico,  $2n = 18$  (fig. 5, E-F). La asimetría del cariotipo es de tipo A1, las fórmulas cromosómicas encontradas son  $6m + 3sm$  (UNEX 34474) y  $8m + 1sm$  (COFC 30716), y el tamaño de los cromosomas muy similar:  $3,3 \text{ mm} - (2,48 \text{ mm} \pm 0,36) - 2,12 \text{ m}$  (UNEX 34474) y  $3,1 \text{ mm} - (2,78 \text{ mm} \pm 0,24) - 2,3 \text{ mm}$  (COFC 30716). Se trata, probablemente, de los primeros datos cariológicos para este endemismo del C-SW de la Península Ibérica (López & Devesa, 2008b).

**18. *C. schousboei*** Lange in *Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjøbenhavn* 1861(1-7): 135 (1862)

*Material estudiado*. ESPAÑA. **Badajoz**. Monesterio, sierra de La Culebrera, 20-VI-2004, *Valtueña & Relinque* (COFC 30738).

En plantas de la única población estudiada se ha encontrado el número  $2n = 36$  (fig. 6, A-B), que indica su origen poliploide ( $4x, x = 9$ ). La asimetría cariotípica es tipo A1 y la fórmula cromosómica  $16m + 2sm$ ; el tamaño de los cromosomas viene definido por los valores  $3,0 \text{ mm} - (2,12 \text{ mm} \pm 0,38) - 1,9 \text{ mm}$ . Se trata del primer recuento realizado en este taxon, ya que el efectuado por Fernández Casas & Gamarra (1986) en una supuesta población leonesa, corresponde en realidad a *C. langeana* Willk.

#### CENTAUREA GR. *C. ALBA* L.

**19. *C. alba*** L. *Sp. Pl.*: 914 (1753) subsp. *alba* var. *alba*

*Material estudiado*. ESPAÑA. **Madrid**. Entre Los Molinos y Guadarrama, 7-VII-2005, *E. López* (UNEX 34484). **Valladolid**. Entre Ataques y Olmedo, 2-VII-2003, Ortega & *E. López* (COFC 30407).

En plantas de las dos poblaciones estudiadas se ha encontrado el mismo número cromosómico,  $2n = 18$  (fig. 6, C-D), que coincide (tab. 2) con los hallados por Gardou (1972a) y Hellwig (1994) con material procedente de Madrid y otras

localidades españolas, y por Agudo (1981) con material de Ávila (sub *C. alba* subsp. *macrocephala* Pau). Los cariotipos estudiados presentan asimetría de tipo A1, las fórmulas cromosómicas  $5m + 1m - sm + 3sm$  (UNEX 34484) y  $8m + 1sm$  (COFC 30407), y un tamaño de los cromosomas comprendido entre  $3,5 \text{ mm} - (2,93 \text{ mm} \pm 0,36) - 2,5 \text{ mm}$  (UNEX 34484) y  $3 \text{ mm} - (2,48 \text{ mm} \pm 0,32) - 2,1 \text{ mm}$  (COFC 30407).

**20. *C. alba*** subsp. *tartesiana* Talavera in *Lagascalia* 12: 248 (1984)

*Material estudiado*. ESPAÑA. **Huelva**: entre Aguafría y El Quejigo, 22-VII-2005, *E. López* (UNEX 34488).

En plantas de la población estudiada se ha encontrado el número  $2n = 18$  (fig. 6, E-F), que coincide con el único recuento previo de que se tiene constancia (Pastor *et al.*, 1990). La fórmula cromosómica hallada es  $3m + 2m^{sat} + 4sm$ , la asimetría cariotípica de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas encontrado viene definido por los valores  $3,5 \text{ mm} - (2,39 \text{ mm} \pm 0,55) - 1,8 \text{ mm}$ .

**21. *C. costae*** Willk. in *Linnaea* 30: 115 (1859) var. *costae*

*Material estudiado*. ESPAÑA. **Huesca**. Jaca, camino al parador de Oroel, 20-VII-2004, *J. López & E. López* (UNEX 34487).

El número cromosómico encontrado,  $2n = 18$  (fig. 7, A-B) es, probablemente, el primer recuento efectuado para este endemismo del NE de España. La fórmula cromosómica hallada es  $7m + 2sm$ , la asimetría cariotípica de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas viene definido por los valores  $2,1 \text{ mm} - (1,68 \text{ mm} \pm 0,29) - 1,3 \text{ mm}$ .

**22. *C. costae*** var. *maluqueri* Font Quer in *Treb. Mus. Ci. Nat. Barcelona* 5: 230 (1920)

*Material estudiado*. ESPAÑA. **Lérida**. Poblada de Segur, 21-VII-2004, *J. López & E. López* (UNEX 34486).

Se ha encontrado el número  $2n = 18$  (Lámina 7, C-D) en plantas procedentes de la localidad típica de este endemismo del NE de España, que al parecer se estudia por vez primera, y que coincide con el hallado en el resto de los táxones de la sección. La fórmula cromosómica es  $7m + 2sm$ , la asimetría cariotípica de tipo A1 y el tamaño de los cromosomas viene definido por los

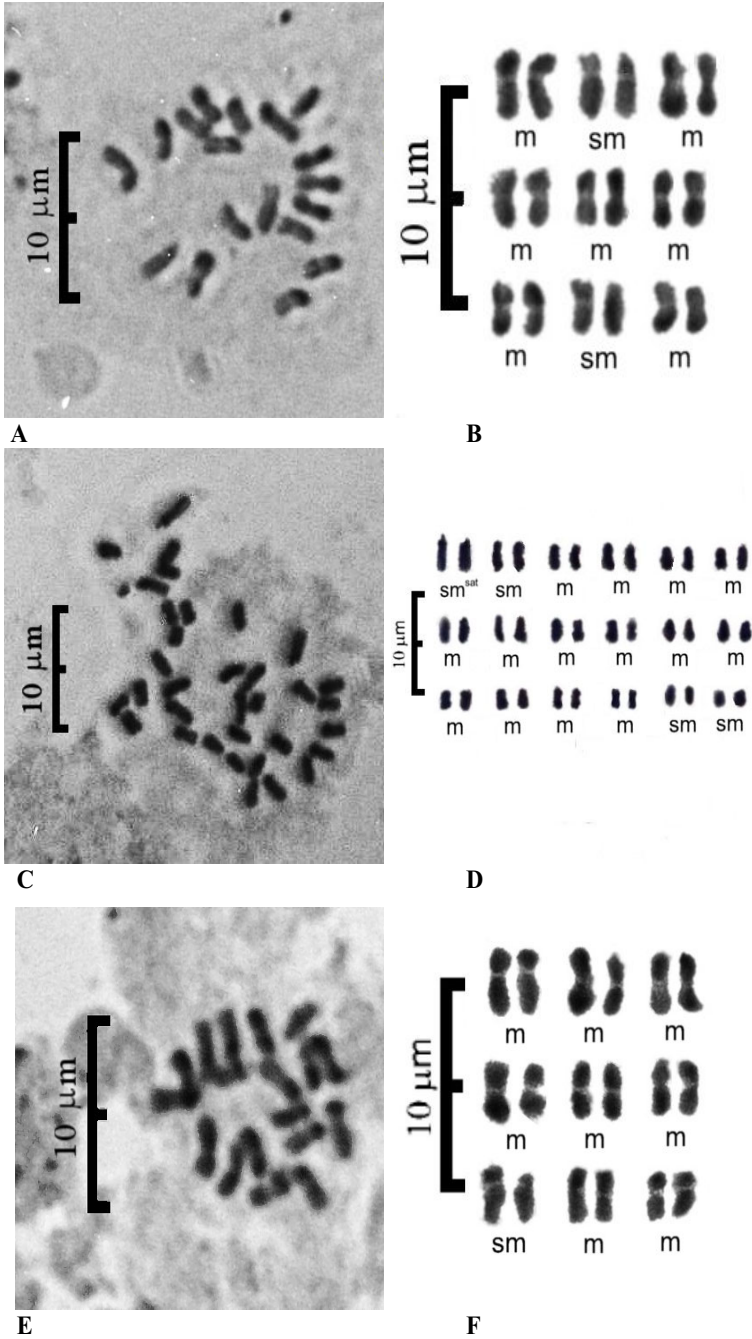


Figura 5. Metafasas somáticas y cariotipos de: A-B, *C. castellanoides* subsp. *talaverae* (Albacete, UNEX 35212); C-D, *C. cordubensis* (Huelva, UNEX 35206); E-F, *C. bethurica* (Ciudad Real, COFC 30716).

valores 2,1 mm – (1,61 mm  $\pm$  0,25) – 1,3 mm.

## DISCUSIÓN

Los recuentos cromosómicos efectuados en táxones del grupo de *C. paniculata* y en el de *C. alba* indican el predominio del número cromosómico  $2n = 18$ , como era de esperar de acuerdo con los numerosos antecedentes previos (tabs. 1 y 2), habiéndose detectado la presencia de cromosomas accesorios tan solo en un población de *C. hanryi* ( $2n = 18 + 1B$ ), casuística de la que también existen antecedentes en algunos táxones. El número básico  $x = 9$ , que caracteriza ambos grupos, es también el del grupo *Willkommia* (Blanca, 1980 & 1981c), íntimamente relacionado de acuerdo con las filogenias moleculares (Font *et al.*, 2002; Garcia-Jacas *et al.*, 2006; Suárez-Santiago *et al.*, 2007).

El predominio de los citótipos diploides ( $2n = 18$ ,  $x = 9$ ) constituye la generalidad, y su detección en muchos de los táxones constituye una novedad, al haber sido estudiados por vez primera desde este punto de vista, como sucede en *C. paniculata* subsp. *exilis*, *C. paniculata* subsp. *geresensis*, *C. coutinhoi*, *C. kheilii*, *C. limbata* var. *insularis*, *C. castellanoides* subsp. *talaverae*, *C. cordubensis*, *C. bethurica* y *C. schousboei*, del grupo *C. paniculata*, y en *C. costae* var. *costae* y *C. costae* var. *maluqueri*, del grupo *C. alba*. Por el contrario, la incidencia de la poliploidía es escasa, pero sin duda está en el origen al menos de *C. aristata*, *C. cordubensis* y *C. schousboei*, para las que se ha encontrado el nivel tetraploide ( $2n = 36$ ,  $4x$ ), un fenómeno que ya había sido señalado previamente tanto para el grupo de *C. paniculata* [también en *C. aristata*, Agudo (1981, sub *C. castellana*)] como de *C. alba* [*C. alba*, Kuzmanov, Georgieva *et al.* (1986); *C. alba* subsp. *subciliaris*, Phitos & Damboldt (1971) y *C.*

*huljakii*, Matthäs (1976)].

En el caso de *C. cordubensis* ( $2n = 36$ ,  $4x$ ) la condición poliploide podría haber favorecido la dominancia de estas plantas en ambientes más xéricos, toda vez que la muy afin *C. bethurica* ( $2n = 18$ ,  $2x$ ) encuentra más favorables los ambientes montanos menos térmicos y más húmedos (López & Devesa, 2008a). El carácter tetraploide de *C. schousboei* ( $2n = 36$ ,  $4x$ ), especie con algunas características intermedias entre *C. cordubensis* ( $2n = 36$ ) y *C. alba* subsp. *tartesiiana* ( $2n = 18$ ), y su notable frecuencia en el SW de España, sugiere que se trata de una microespecie estabilizada, con un areal definido entre los posibles parentales de origen, descartándose que se trate de un híbrido ocasional entre ambos táxones (López & Devesa, 2008a), como habían sugerido algunos autores (Pau, 1928). Para explicar su origen y la retención de caracteres intermedios entre los táxones citados, al menos teóricamente, puede recurrirse a fenómenos de aloploidía entre el antecesor diploide  $2n = 18$  de *C. cordubensis* (o la misma *C. bethurica*) y *C. alba* subsp. *tartesiiana* ( $2n = 18$ ), cuyo anfídiploide  $2n = 18$  daría lugar por autopoliploidía al tetraploide  $2n = 36$ , con características intermedias.

En todos los casos estudiados de ambos grupos, el tamaño de los cromosomas es similar, pudiéndose tipificar de pequeños o medianamente pequeños –medianamente grandes en algunos táxones del grupo de *C. paniculata*- de acuerdo con la terminología de Stebbins (1971), oscilando su tamaño entre 1,2 y 5,2 mm en el grupo de *C. paniculata*, y entre 1,2 y 3,5 mm en el de *C. alba*, con un neto predominio de cromosomas metacéntricos y, en menor medida, submetacéntricos.

Finalmente, respecto de la asimetría cariotípica hallada señalar que, con las limitaciones que impone la dificultad de



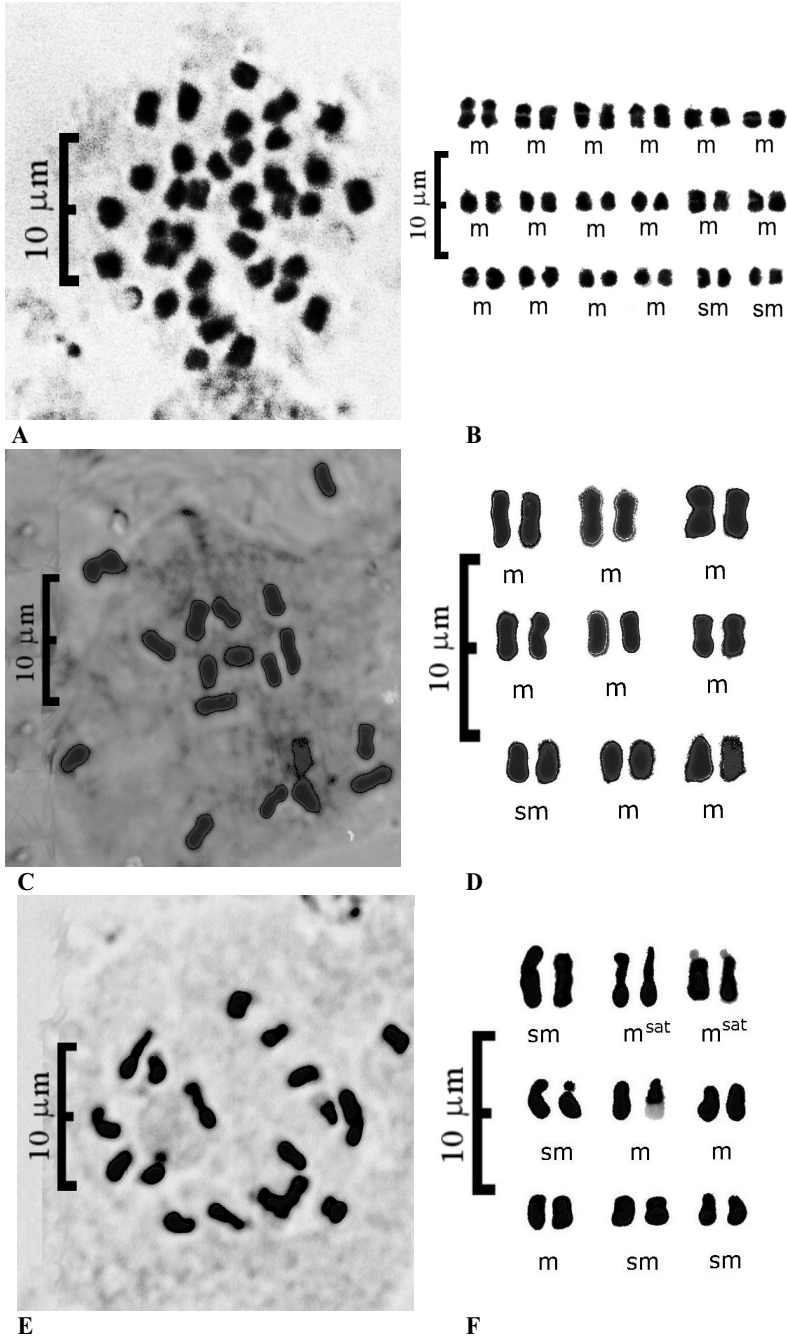


Figura 6. Metafases somáticas y cariotipos de: A-B, *C. schousboei* (Badajoz, COFC 30738); C-D, *C. alba* subsp. *alba* var. *alba* (Valladolid, COFC 30407); E-F, *C. alba* subsp. *tartesiana* (Huelva, UNEX 34488).

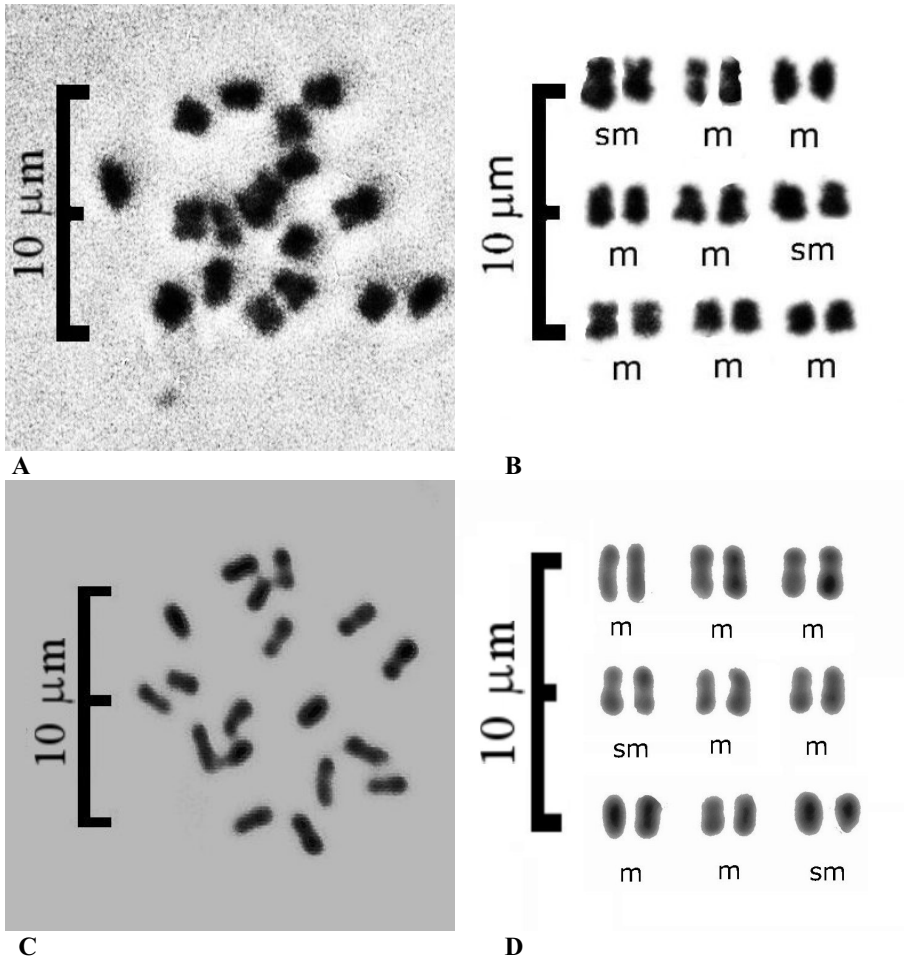


Figura 7. Metafasas somáticas y cariotipos de: A-B, *C. costae* var. *costae* (Huesca, UNEX 34487); C-D, *C. costae* var. *maluqueri* (Lérida, UNEX 34486).

estudio del material y la poca definición de los cromosomas, en todas las poblaciones estudiadas es de tipo A1, excepto en el caso de la población COFC 30692 de *C. langeana* subsp. *exilis*, que es B1. Presentan, pues, un cariotipo con alto grado de simetría, lo que sugeriría que se trata de táxones poco especializados siguiendo las ideas de Stebbins (1971), lo que no parece estar en consonancia con las características del grupo de acuerdo con los datos de filogenia, lo que

sugiere que mecanismos como las traslocaciones, ya conocidos en el género (García-Jacas *et al.*, 1996), han debido contribuir en este grupo al aumento de simetría.

**AGRADECIMIENTOS.** El presente trabajo ha sido desarrollado en el contexto de la obra *Flora Iberica*, y financiado por los proyectos REN2002-04634-C05-04 y CGL2005-05471-C04-02, de la Dirección General de Investigación Científica y

Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia. Uno de los autores, E. López, estuvo adscrito como becario en formación (BES-2003-1275) a cargo de los proyectos citados.

## BIBLIOGRAFÍA

- AFZELIUS, K. -1924- Embriologische und zytologische Studien in Senecio und verwandten Gattungen. *Svensk Bot. Tidskr.* 16: 371-382.
- AGUDO, M. P. -1981- *Aportación al estudio citotaxonomico del género Centaurea L. (Compositae) en la Península Ibérica.* Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- APARICIO, A. -1993- Planes de recuperación de especies vegetales amenazadas en el Parque Natural de la Sierra de Grazalema (Cádiz-Málaga). *Acta Bot. Malacitana* 18: 199-221.
- ARÈNES, J. -1949- Les races lusitaniennes de *Centaurea paniculata* L. sensu latissimo. *Agron. Lusit.* 11: 5-32.
- ARÈNES, J. -1951- Le groupe spécifique du *Centaurea paniculata* L. sensu latiss. *Mém. Mus. Natl. Hist. Nat. Paris, Sér. B, Bot.* 1: 175-266.
- ARRIGONI, P.V. & B. MORI -1971- Numeri cromosomici per la flora italiana: 92-97. *Inform. Bot. Ital.* 3: 226-233.
- BLANCA, G. -1980- Notas cariosistemáticas en el género *Centaurea* L. Sect. *Acrocentroides* Willk. I. *Anales Jard. Bot. Madrid* 36: 349-369.
- BLANCA, G. -1981a- Revisión del genero *Centaurea* L. Sect. *Willkommia* G. Blanca, nom. nov. *Lagasalia* 10: 131-205.
- BLANCA, G. -1981b- Estudios taxonómicos en el género *Centaurea* L. Sección *Willkommia* G. Blanca: Palinología. *Bot. Macaron.* 8-9: 103-118.
- BLANCA, G. -1981c- Notas cariosistemáticas en el género *Centaurea* L. sect. *Willkommia* G. Blanca. II. Conclusiones. *Anales Jard. Bot. Madrid* 38: 109-125.
- BRAMWELL, D., C. J. HUMPHRIES & B. G. MURRAY -1972- Chromosome studies in the flora of Macaronesia. *Bot. Not.* 125: 139-152.
- BRAMWELL, D., C. J. HUMPHRIES, B. G. MURRAY & J. OWENS -1971- Chromosome numbers in plants from the Canary islands. *Bot. Not.* 124: 376-382.
- BRULLO, S., A. GUGLIELMO, P. PAVONE & M. C. TERRASI -1991- Numeri cromosomici per la flora Italiana: 1251-1266. *Inform. Bot. Ital.* 23: 39-46.
- CAIXINHAS, L., T. VASCONCELOS, J. MONJARDINO, A. DUARTE BARÃO, C. PINTO RICARDO & J. NEVES MARTINS -1991- Situation actuelle de la banque de germoplasme des espèces endémiques du Portugal. *Bot. Chron. (Patras)* 10: 603-608.
- CONSTANTINIDIS, T. & G. KAMARI -1995- Mediterranean chromosome number reports 5 (401-414). *Fl. Medit.* 5: 265-278.
- CONSTANTINIDIS, T. & G. KAMARI -2000- A karyological study of ten taxa of phanerogams (Compositae, Leguminosae, and Umbelliferae) from Greece. *Bot. Chron. (Patras)* 13: 117-131.
- DAMBOLDT, J., G. GRAUMANN & U. MATTHÄS -1973- IOPB Chromosome number reports, XXXIX. In: Á. LÖVE - ed.-. *Taxon* 22: 116.
- DAMBOLDT, J. & U. MATTHÄS -1975- Chromosomenzahlen einiger mediterraner und mitteleuropäischer *Centaurea*-Arten (Asteraceae). *Pl. Syst. Evol.* 123: 107-115.
- DAMBOLDT, J. & U. MATTHÄS -1979- Karyologische Untersuchungen an *Centaurea* (sect. *Phalolepis*) *pawlowskii* (Compositae). *Bot. Jahrb. Syst.* 100: 406-413.
- DAMBOLDT, J. & V. MELZHEIMER -1974- Über einige *Centaurea*-Arten (Asteraceae) der Athos-Halbinsel. *Bot. Jahrb. Syst.* 94: 383-394.
- DELAY, J. -1969- Halophytes III. *Inf. Ann. Caryosyst. Cytogenet.* 3: 17-27.
- DIPALI DEY, A.K.S. -1967- Chromosome studies in the genus *Centaurea*. *Folia Biol. (Cracow)* 15: 191-207.
- DOSTÁL, J. -1976- *Centaurea* L. In: T.G. TUTIN, V.H. HEYWOOD, N.A. BURGESS, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB -eds.- *Flora Europaea* 4: 254-301. Cambridge University Press. Cambridge.
- DVORAK, K., B. DADAKOVA & I. RUZICKA -1979- Chromosome Morphology of the Czechoslovak of the Genus *Scorzonera*. *Folia Geobot. Phytotax. Bohemoslov.* 14: 185-199.

- FEDOROV, A. A. -1974- *Chromosome numbers of flowering plants*. Otto Koeltz, Koenigstein
- FERNANDES, A & M. QUEIRÓS -1971- Contribution á la connaissance cytotaxonomique des Spermatophyta du Portugal. II. Compositae. *Bol. Soc. Brot.*, Ser. 2, 45: 5-121.
- FERNÁNDEZ CASAS, F. J. & M. J. FERNÁNDEZ MORALES -1979- *Centaurea lainzii*, un triploide naturel. *Mém. Soc. Bot. Genève* 1: 115-122.
- FERNÁNDEZ CASAS, J. & R. GAMARRA -1986- IOPB Chromosome number reports XCI. In: Á. LÓVE -ed.- *Taxon* 35: 406.
- FERNÁNDEZ CASAS, F. J. & A. SUSANNA -1986- Monografía de la sección *Chamaecyanus* Willk. del género *Centaurea* L. *Treb. Inst. Bot. Barcelona* 10.
- FERNANDEZ MORALES, M. J. -1974- *Estudios citogenéticos en especies españolas del género Centaurea*, sec. AGUDO (1981).
- FERNÁNDEZ MORALES, M. J. & C. GARDOU -1975- Caryosystematic studies of some species of the genus *Centaurea* in the Western Mediterranean Basin. In: S. M. WALTERS -ed.- *European Floristic and Taxonomic Studies*: 61-75. Conference Report (Botanical Society of the British Isles).
- FONT, M., T. GARNATJE, N. GARCIA-JACAS & A. SUSANNA -2002- Delineation and phylogeny of *Centaurea* sect. *Acrocentron* based on DNA sequences: a restoration of the genus *Crocodylium* and indirect evidence of introgression. *Pl. Syst. Evol.* 234: 15-26.
- GABRIELIAN, E. T. -1995- On the generic status of certain groups of *Centaureinae* (Compositae). In: D. J. N. HIND, C. JEFFREY & G. V. POPE -eds.- *Advances in Compositae Systematics*: 145-152. Royal Botanic Garden, Kew.
- GARCIA-JACAS, N. -1998- *Centaurea kunkelii* (Asteraceae, Cardueae), a new hybridogenic endecaploid species of sect. *Acrocentron* from Spain. *Ann. Bot. Fenn.* 35: 159-167.
- GARCIA-JACAS, N. & A. SUSANNA -1992- Karyological notes on *Centaurea* sect. *Acrocentron*. *Pl. Syst. Evol.* 179: 1-18.
- GARCIA-JACAS, N., A. SUSANNA, T. GARNATJE & R. VILATERSANA -2001- Generic Delimitation and Phylogeny of the Subtribe *Centaureinae* (Asteraceae): A Combined Nuclear and Chloroplast DNA Analysis. *Ann. Bot. (Oxford)* 87: 503-515.
- GARCIA-JACAS, N., A. SUSANNA & R. ILARSLAN -1996- Aneuploidy in— *Centaureinae* (Compositae): is  $n=7$  the end of the series?. *Taxon* 45: 39-42.
- GARCIA-JACAS, N., A. SUSANNA, R. ILARSLAN & H. ILARSLAN -1997- New chromosome counts in the subtribe *Centaureinae* (Asteraceae, Cardueae) from West Asia. *Bot. J. Linn. Soc.* 125: 343-349.
- GARCIA-JACAS, N., A. SUSANNA & V. MOZAFFARIAN -1998b- New chromosome counts in the subtribe *Centaureinae* (Asteraceae, Cardueae) from West Asia, III. *Bot. J. Linn. Soc.* 128: 413-422.
- GARCIA-JACAS, N., A. SUSANNA, V. MOZAFFARIAN & R. ILARSLAN -2000- The natural delimitation of *Centaurea* (Asteraceae: Cardueae): ITS sequence analysis of the *Centaurea jacea* group. *Pl. Syst. Evol.* 223: 185-199.
- GARCIA-JACAS, N., A. SUSANNA, R. VILATERSANA & M. GUARA -1998a- New chromosome counts in the subtribe *Centaureinae* (Asteraceae, Cardueae) from West Asia, II. *Bot. J. Linn. Soc.* 128: 403-412.
- GARCIA-JACAS, N., T. UYSAL, K. ROMASCHENKO, V. N. SUÁREZ SANTIAGO, K. ERTUGRUL & A. SUSANNA -2006- *Centaurea* Revisited: A Molecular Survey of the *Jacea* Group. *Ann. Bot.* 98: 741-753
- GARCÍA MARTÍNEZ, X. R. -2000- Números cromosómicos de plantas occidentales, 818-826. *Anales Jard. Bot. Madrid* 58: 163.
- GARDOU, C. -1969- Caryosystematique des *Centaureées* de la section *Acrocentron* Cass. *Bull. Soc. Bot. France* 116: 29-38.
- GARDOU, C. -1972a- IOPB Chromosome numbers reports XXXVII. In: Á. LÓVE -ed.- *Taxon* 21: 495-500.
- GARDOU, C. -1972b- Recherches biosystématiques sur la Section *Jacea* Cass. et quelques sections voisines du genre *Centaurea* L. en France et dans les régions limitrophes. *Feddes Repert.* 85: 311-472.
- GEORGIADIS, T. & D. PHITOS -1976- Contribution à l'étude cytotaxonomique du

- genre *Centaurea* L. (sectio *Acrolophus* (Cass.) DC.) en Grèce. *Biol. Écol. Médit.* 3: 13-16.
- GREUTER, W., G. WAGENITZ, M. AGABABIAN & H. HELLWIG -2001- Proposal to conserve the name *Centaurea* (Compositae) with a conserved type. *Taxon* 50: 1201-1205.
- GUINOCHET, M. -1956- Sur l'existence d'une forme systématique normalement trisomique chez *Centaurea paniculata* L. C. R. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, Sér. 3, Sci. Vie* 243: 2130-2132 (sec. FEDOROV, 1974).
- GUINOCHET, M. -1957- Contribution à l'étude caryologique du genre *Centaurea* L. sens lat. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* 48: 282-300.
- GUINOCHET, M & J. FOISSAC -1962- Sur les caryotypes de quelques espèces du genre *Centaurea* L. et leur signification taxonomique. *Rev. Cytol. Biol. Veg.* 25: 373-389.
- HELLWIG, H. F. -1994- Chromosomenzahlen aus der Tribus Cardueae (Compositae). *Willdenowia* 24: 219-248.
- JEFFREY, C. (2007) Compositae. In: J.W. KADEREIT & C. JEFFREY eds.-*The families and genera of vascular plants*, 61-87. Springer.
- KAMARI, G. -1996- In: T. CONSTANTINIDIS & D. VASSILIADES, *Centaurea musarum* (Compositae): the rediscovery of a rare endemic species. *Bot. Chron. (Patras)* 12: 9-14.
- KIEHN, M., E. VITEK & C. DOBEŠA -2000- In: C. DOBEŠA & E. VITEK -eds.-*Documented Chromosome Number Checklist of Austrian Vascular Plants*. Naturhistorischen Museums Wien, Viena (sec. Index to Plant Chromosome numbers, IPCN, <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/ipcn.html>).
- KUZMANOV, B. A., S. B. GEORGIEVA & V. A. NIKOLOVA -1986- Chromosome numbers of Bulgarian flowering Plants. *Fitologija* 31: 71-74.
- LEVAN, A., K. FREDGA & A. A. SANDBERG -1964- Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.
- LÓPEZ, E. -2008- *Estudio taxonómico de Centaurea sect. Paniculatae (Hayek) Dostál y sect. Phalolepis (Cass.) DC. en la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. Badajoz.
- LÓPEZ, E. & J. A. DEVESA. -2008a- Notas taxonómicas sobre el género *Centaurea* L. (Asteraceae) en la Península Ibérica. I. *C. cordubensis* Font Quer, *C. bethurica* E. López & Devesa, sp. nova. y *C. schousboei* Lange. *Anales Jard. Bot. Madrid* 65: 331-342.
- LÓPEZ, E. & J. A. DEVESA. -2008b- Notas taxonómicas sobre el género *Centaurea* L. (Asteraceae) en la Península Ibérica. II. *Centaurea castellanoides* Talavera y *C. aristata* Hoffmanns. & Link. *Acta Bot Malacitana* 33: 57-68.
- MARDSEN-JONES, E. M. & W. B. TURRILL -1937- Genetical studies in *Centaurea scabiosa* L. and *Centaurea collina* L. *J. Genet.* 34: 487-495.
- MATTHÄS, U. -1976- Zur Cytotaxonomie von *Centaurea subciliaris* Boiss. & Heldr. (Sektion *Phalolepis* (Cass.) DC.) und verwandter Sippen im europäischen Mediterrangebiet. I. *Bot. Jahrb. Syst.* 95: 418-434.
- MORINAGA, T., T. KANO, Y. MARUYANA & Y. YAMASAKI -1929- Chromosome numbers of cultivated plants II. *Bot. Mag. (Tokyo)* 43: 589-594.
- NATARAJAN, G. -1981- IOPB Chromosome number reports LXXII. In: Á. LÖVE ed. *Taxon* 30: 698-699.
- NATARAJAN, G. -1988- Étude caryosystématique de quelques dicotyledones de la Garrigue Languedocienne. *Naturalia Monspel., Sér. Bot.* 52: 85-123.
- NILSSON, Ö. & P. LASSEN -1971- Chromosome numbers of vascular plants from Austria, Mallorca and Yugoslavia. *Bot. Not.* 124: 270-276.
- OCHSMANN, J. -1999- Chromosomenzahlen einiger europäischer *Centaurea*-Sippen. *Hausknechtia* 7: 59-65.
- OCHSMANN, J. -2000- Morphologische und molekularsystematische Untersuchungen an der *Centaurea stoebe* L.-Gruppe (Asteraceae-Cardueae) in Europa. *Diss. Bot.* 324.
- PASTOR, J., J. C. DIOSDADO, C. SANTA BÁRBARA, J. VIOQUE & E. PÉREZ -1990- Números cromosómicos para la flora española, 556-591. *Lagasalia* 15: 269-282.
- PAU, C. (1928) Notas de mi herbario. *Cavanillesia* 1: 60-67.

- PHITOS, D. -1970- Zur polyploidie in der Gattung *Centaurea* L. Sektion *Acrocentron*. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 83: 69-74.
- PHITOS, D. -1971- Cytotaxonomische studien des griechischen *Centaurea*-Arten Sektion *Acrocentron* (Compositae). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 84: 255-259.
- PHITOS, D. & J. DAMBOLDT -1971- Beiträge zur Flora Ionica. III. Cytotaxonomische Bemerkungen zu einigen griechischen Compositen. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 75: 157-162.
- PLITMANN, U. -1976- Taxonomic studies in *Centaurea* sect. *Calcitrapa*. III. Cytotaxonomic notes. *Israel J. Bot.* 25: 84-89.
- PODDUBNAJA-ARNOLDI, V. -1927- Spermatogenesis bei einigen Compositen. *Planta* 7: 284-298.
- PODDUBNAJA-ARNOLDI, V. -1931- Ein Versuch der Anwendung der embryologischen Methode bei der Lösung einiger Systematischen Fragen I. Vergleichend embryologisch-zytologische Untersuchungen über die Gruppe *Cynareae*, Fam. Compositae. *Beih. Bot. Centralbl.* II, 48: 141-237.
- QUEIRÓS, M. -1973- Contribuição para o conhecimento citotaxonomico das Spermatophyta de Portugal. II. Compositae. *Bol. Soc. Brot.*, 47 *Supl.*: 299-314.
- ROY, B. -1938- Chromosome numbers in some species and hybrids of *Centaurea*. *J. Genet.* 35: 90-95.
- RUNEMARK, H. -1967- Studies in the Aegean flora. XII. Cytologic and morphologic investigations in *Centaurea*. *Bot. Not.* 120: 161-176.
- SILJAK-YAKOVLEV, S. (1977) IOPB chromosome number reports LVII. In Á. LÖVE ed. *Taxon* 26: 443-452.
- SILJAK-YAKOVLEV, S. (1986) *Etude cytogénétique el palynologique de Compositae endémiques ou reliques de la flore yougoslave*. Thesis, University of Paris-Sud, Paris.
- SNOW, R. -1963- Alcoholic hydrochloric acid-carmine as a stain for chromosomes in squash preparations. *Stain Technol.* 38: 9-13.
- SOLBRIG, O. T. -1977- *Chromosome cytology and evolution in the family Compositae*. In: V. H. HEYWOOD, J. B. HARBORNE & B. L. TURNER (eds.) *The biology and the chemistry of the Compositae*: 246-260. Academic Press. London & New York.
- SPETA, F. -1971- Chromosomenzahlen einiger Angiospermen. *Oesterr. Bot. Z.* 119: 1-5.
- STEBBINS, G. L. -1950- *Variation and Evolution in Plants*. Columbia, New York.
- STEBBINS, G. L. -1971- *Chromosomal evolution in higher plants*. Edward Arnold, London.
- SUAREZ SANTIAGO, V. N., M. J. SALINAS, N. GARCIA-JACAS, P. S. SOLTIS, D. E. SOLTIS & G. BLANCA -2007- Reticulate evolution in the *Acrolophus* subgroup (*Centaurea* L., Compositae) from the western Mediterranean: origin and diversification of section *Willkommia* Blanca. *Mol. Phyl. Evol.* 43: 156-172.
- TANAKA, N. Y. -1981- Studies on chromosome arrangement in some higher plants III. *Haplopappus gracilis* (2n = 4) and *Crepis capillaris* (2n = 6). *Cytologia* 46: 545-559.
- TJIO, JH. & A. LEVAN -1950- The use of oxyquinoline in chromosome analysis. *Anales Estac. Exp. Aula Dei* 2: 21-64.
- TONIAN, Z. R. -1968- The chromosome numbers of some species of the genus *Centaurea* L. *Biol. Zhurn. Armenii* 21: 86-96.
- VALDÉS-BERMEJO, E. & J. GÓMEZ GARCÍA -1976- Notas cariosistemáticas sobre flora española. I. *Acta Bot. Malacitana* 2: 39-50.
- VAN LOON, J. C. & H. DE JONG -1978- IOPB Chromosome number reports LIX. In: Á. LÖVE -ed.- *Taxon* 27: 56-60.
- VAN LOON, J.C. & B. KIEFT (1980) IOPB Chromosome numbers reports XXXIV. In: Á. LÖVE -ed.- *Taxon* 29: 538-542.
- WAGENITZ, G. -1955- Pollenmorphologie und Systematik in der Gattung *Centaurea* L. s. l. *Flora* 142: 213-279.
- WATANABE, K., C. R. CARTER & S. SMITH-WHITE -1976- The cytology of *Brachycome lineariloba*. 6. A synchronous chromosome condensation and meiotic behaviour in *B. lineariloba* (n = 2) X *B. campylocarpa* A (n = 4). *Chromosoma* 57: 319-331.