

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO CARIOLÓGICO DEL GÉNERO *CENTAUREA* L. (ASTERACEAE) EN LA PENÍNSULA IBÉRICA. GRUPO *JACEA-LEPTERANTHUS*

I. ARNELAS SECO¹ & J. A. DEVESA^{1,2}

¹ 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

² Jardín Botánico de Córdoba, Avda. de Linneo s/n, 14004-Córdoba, España

(Recibido el 27 de Septiembre de 2010)

Resumen. Se da a conocer el número cromosómico de 21 táxones del género *Centaurea* L. pertenecientes al grupo *Jacea-Lepteranthus*. En particular, se han estudiado 10 táxones de la sect. *Jacea* (Miller) DC., de los que *C. jacea* subsp. *vinyalsii* (Sennen) O. Bolòs lo ha sido al parecer por vez primera. De la sect. *Lepteranthus* (Neck.)DC. se han estudiado 11 táxones, siendo probablemente nuevos los recuentos de *C. pectinata* var. *acutifolia* (Jord.) Briq., *C. janeri* Graells subsp. *janeri* y *C. janeri* subsp. *babiana* M. Laínz. En ambos grupos el número básico encontrado ha sido $x = 11$. Los números son en casi todos los casos $2n = 22$ o $2n = 44$, el último correspondiéndose con plantas tetraploides diploidizadas. En el caso de *C. janeri* subsp. *gallaecica*, el número encontrado ($2n = 66$) indica el carácter hexaploide de las poblaciones estudiadas.

Summary. A karyological study of 21 taxa of the *Jacea-Lepteranthus* group of genus *Centaurea* L. is reported. Within *Centaurea* sect. *Jacea* (Miller)DC. we have studied 10 taxa but only the report for *C. jacea* subsp. *vinyalsii* (Sennen) O. Bolòs is given for the first time. Within *Centaurea* sect. *Lepteranthus* (Neck.)DC. we have studied the chromosome number of 11 taxa and the reports for some of them are given probably for the first time: *C. pectinata* var. *acutifolia* (Jord.) Briq., *C. janeri* Graells subsp. *janeri* and *C. janeri* subsp. *babiana* M. Laínz. In both groups we have found the basic number $x = 11$. The chromosome numbers are usually $2n = 22$ or $2n = 44$, the last one corresponding with diploidized tetraploids. In the case of *C. janeri* subsp. *gallaecica* the chromosome number found ($2n = 66$) indicates the hexaploid level of the populations studied.

INTRODUCCIÓN

El género *Centaurea* ha sido objeto de gran cantidad de estudios citológicos y cariológicos en las últimas décadas, siendo uno de los primeros el de PODDUBNAJA-ARNOLDI (1927), quien dió a conocer el número cromosómico $2n = 24$ para *C. cyanus*, posteriormente confirmado por MORINAGA & al. (1929). Algo más tarde, en una nueva contribución, PODDUBNAJA-ARNOLDI

(1931) aborda el estudio cromosómico de 14 especies, señalando $x = 9, 10$ y 12 como los números básicos de los táxones del subgénero *Cyanus*, en el que centró su estudio. De esta época son también los trabajos de MARDSEN-JONES & TURRILL (1937; 1954), ROY (1938) y GUINOCHET (1956 a,b; 1957 a,b), siendo particularmente destacables los del último, quien estudió numerosas especies representativas de las diferentes secciones del género, concluyendo que los números básicos conocidos ($x = 8, 9, 10, 11, 12, 13$ y 15) constituían una serie dispolide y que parecía existir una tendencia al aumento de la longitud de los cromosomas a medida que el número básico disminuía, y también que existía un paralelismo entre las secciones establecidas sobre la base de características morfológicas (atendiendo a las brácteas del involucre, el vilano, y los caracteres polínicos) y los números cromosómicos hallados. En definitiva, que los táxones más primitivos serían aquellos con número básico elevado, capítulos grandes y con brácteas involucrales simples y más o menos enteras, y hojas más o menos enteras y anchas, considerando derivadas las secciones con números básicos más bajos, capítulos por lo general pequeños y con brácteas involucrales más o menos complejas. En un trabajo posterior, GUINOCHET & FOISSAC (1962) estudian 35 especies y relacionan los números hallados y el tamaño cromosómico con los tipos polínicos definidos por WAGENITZ (1955), observando que en las especies con polen de tipo *Serratula* (menos evolucionados para WAGENITZ, *loc. cit.*) predominan los cromosomas pequeños, mientras que en las especies con polen tipo *Jacea* (más evolucionadas) predominan los cromosomas grandes, unas relaciones recientemente respaldadas con datos moleculares (GARCIA-JACAS & al., 2001).

Desde entonces, el interés por el conocimiento cariológico en *Centaurea* ha ido en aumento, siendo hoy en día muy numerosas las aportaciones de esta índole. Entre ellas cabe citar las de BAKSAY (1958); GARDOU, (1962, 1969); GADELLA & KLIPHUIS (1966, 1968); RUNEMARK (1967); DIPALI (1967); MOORE (1968); TONIAN (1968); PHITOS (1970, 1971); FERNANDES & QUEIRÓS (1971); BRAMWELL & al. (1971, 1972); GARDOU (1972 a,b); QUEIRÓS (1973); FERNÁNDEZ MORALES (1974); FERNÁNDEZ MORALES & GARDOU (1975); PLITMAN (1976); GEORGIADIS & PHITOS (1976); MATTHÄS (1976); DAMBOLDT & MATTHÄS (1975, 1979); KUZMANOV & al., (1979, 1986); VALDÉS-BERMEJO (1980); BLANCA (1980, 1981 a,b,c; 1983); GARCIA-JACAS (1992); HELLWIGG & al. (1994); DRUSKOVIC & LOVKA (1995); GARCIA-JACAS & al. (1992, 1997, 1998 a, 1998 b); PARRA & al. (1998); LÖVKVIST & HULTGÅRD (1999); OCHSMANN (1999); HARDY & al. (2000); SUSANNA & al. (2004); LÓPEZ & DEvesa (2008); DYDAK & al. (2009); HILPOLD & al. (2009), y UYSAL & al. (2009), entre otras.

Con esta información ha quedado más completa y ampliamente documentada la serie dispolide de números básicos ($x = 7, 8, 9, 10, 11, 12, 12, 13, 14, 15$ y 16) en el género entendido en su sentido más amplio, serie marcada por la ten-

dencia a la reducción del número cromosómico y el incremento de la asimetría del cariotipo (FERNÁNDEZ CASAS & FERNÁNDEZ MORALES, 1979; FERNÁNDEZ CASAS & SUSANNA, 1986; ŠILJAK-YAKOVLEV, 1986; GARCIA-JACAS, 1992). No obstante, el límite entre “lo primitivo” y “lo derivado” en *Centaurea* s. lat. y en la subtribu *Centaureinae*, coincide con el número básico $x = 12$ (GARCIA-JACAS, & al., 1996), de tal forma que los táxones con números cromosómicos mayores de $2n = 24$ son considerados más primitivos, siendo de destacar además que son éstos los que presentan a su vez los tipos de polen *Serratula* o *Centaurea centaurium*, considerados primitivos por WAGENITZ (1955). Sobre la base de esta información y el estudio de filogenias con marcadores moleculares, se han segregado un buen puñado de táxones en géneros independientes (véase discusión en LÓPEZ & DEVESA, 2008), por lo que la serie dispoloide de números básicos en *Centaurea* en su actual delimitación está comprendida entre $x = 7$ y $x = 12$ (GARCIA-JACAS & al., 2006).

Los táxones estudiados en este trabajo se incluían en las tradicionales secciones *Jacea* (Mill.) DC. y *Lepteranthus* (Neck.) DC., y se integran en uno de los clados –el Mediterráneo-Eurosiberiano– del denominado grupo *Jacea*, un grupo monofilético que incluye todos los táxones con polen de tipo *Jacea*, aquenios con hilo lateral y flores de la periferia del capítulo neutras; dentro de él componen un clado perfectamente definido (*Jacea-Lepteranthus*), que incluye también *Centaurea exarata* (GARCIA-JACAS & al., 2000; GARCIA-JACAS & al., 2006), taxon que con anterioridad no había sido asociado a este complejo. Presentan número básico $x = 11$, y pueden ser considerados moderadamente avanzados en el contexto del género, siendo además relativamente común en ellos la poliploidía (vide Cuadros 1 y 2) y las hibridaciones, fenómenos frecuentes en el género incluso entre táxones con números cromosómicos de diferente número básico (GARCIA-JACAS & al., 2000).

En relación con la poliploidía en el grupo de estudio destacar el trabajo de GARDOU (1972b), centrado en el complejo de *C. jacea-C. nigra*, en donde encuentra citótipos alotetraploides muy frecuentes, según él ocupando espacios geográficos conectando a las especies parentales, y proponiendo el tratamiento de ambas especies como una sola, idea que había sido contemplada con anterioridad por BRIQUET (1931). Otros autores, por el contrario, han señalado el origen autoploiploide de algunos citótipos $2n = 44$ (HARDY & al., 2000).

En los Cuadros 1 y 2 se recoge información sobre el número cromosómico de los táxones del complejo estudiado, que aparecen ordenados en las tradicionales secciones *Jacea* y *Lepteranthus* (Neck) DC., segregables sobre la base de caracteres morfológicos, con independencia del tratamiento infragenérico que finalmente pueda adoptarse para el género en función de la información que se derive de las continuas aportaciones de estudios de filogenia con marcadores moleculares. En la sección *Jacea* (Cuadro 1), si bien se conocen especies diploi-

TAXON	2n	n	AUTOR (año)	ORIGEN MATERIAL
<i>C. amara</i> L.	44		FERNANDES, A & M. QUEIRÓS (1971)	Portugal (DL)
<i>C. dracunculifolia</i> Dufour	22		GARDOU (1972a)	España (V)
<i>C. exarata</i> Boiss. ex Coss.	22		VALDÉS-BERMEJO (1980)	España (H)
	"		HIPOLD & al. (2009)	España (H)
<i>C. inexpectata</i> Wagenitz	22		UYSAL, & al. (2009)	Turquía
<i>C. jacea</i> L.	44		ALBERS, & PRÖBSTING (1998, sec. IPCN)	Alemania
	44		AROHONKA (1982, sec. IPCN)	Finlandia
	22		BAKSAY (1958)	Hungría
	44 + 0-1B		BLANCA (1983)	España (Gr)
	22, 44		BUTTLE (1985, sec. IPCN)	Alemania
	44		DMITRIEVA & al. (1977, sec. IPCN)	Bielorusia
	44		DMITRIEVA & PARFENOV (1985, sec. IPCN)	Bielorusia
	44		DMITRIEVA (1986, sec. IPCN)	Bielorusia
	44		DRUSKOVIC & LOVKA (1995)	Eslovenia
	44		DYDAK & al. (2009)	Polonia
	22		GUINOCHET (1956b, sec. Fedorov 1974)	?
	44		HARDY & al. (2000)	Bélgica
	44		KIEHN & al. (2000, sec. IPCN)	Austria
	22		KUZMANOV & al. (1986)	Bulgaria
	44		LIPPERT & HEUBL (1988)	Suiza
	44		LÖVKVIST & HULTGÅRD (1999)	Suecia, Canadá
	44		MORTON (1981)	Francia
	44		PARRA & al. (1998)	España (Vi)
	44		PROBATOVA & al. (1996, sec. IPCN)	Rusia
	44		ROHWEDER (1937, sec. Fedorov 1974)	Alemania
	44	22	ROY (1938)	Inglaterra
	44		SKALINSKA & al. (1976, sec. IPCN)	Polonia
	22		SORSA (1962, sec. Fedorov 1974)	Finlandia
	44		WULFF (1937)	Alemania
<i>C. jacea</i> subsp. <i>angustifolia</i> Rchb. var. <i>angustifolia</i>	44		GUINOCHET (1956a)	Francia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>angustifolia</i> var. <i>bracteata</i> (Scop.) Briq. & Cavill.	44		GUINOCHET (1956a)	Francia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>angustifolia</i> var. <i>diploidea</i> Guin.	44		GUINOCHET (1957b)	Francia
	22		GARDOU (1962)	Francia, Italia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>angustifolia</i> var. <i>pannonica</i> Gugler	44		GUINOCHET (1957b)	Rumanía
	44		GARDOU (1972b)	Francia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>angustifolia</i> var. <i>weldeniana</i> Rchb.	44		GARDOU (1972b)	Croacia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>bannatica</i> Hayek	44		KUZMANOV & al. (1979)	Bulgaria, Francia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>jacea</i> var. <i>canescens</i> De Not.	44		GARDOU (1972b)	Francia
	44		GUINOCHET (1957b)	Francia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>jacea</i> var. <i>genuina</i> Wimm. & Graebn.	44		"	Francia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>dubia</i> var. <i>transalpina</i> Briq.	44		"	Francia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>nigra</i> var. <i>eu-gueryi</i> Maire	22		"	Marruecos

Cuadro 1. Números cromosómicos conocidos en los taxones de la sección *Jacea*. Las abreviaturas en el caso de España se corresponden con las de las provincias.

TAXON	2n	n	AUTOR (año)	ORIGEN MATERIAL
<i>C. jacea</i> subsp. <i>nigra</i> var. <i>nemoralis</i> (Jord.) Briq. & Cavill.	22		“	Francia
<i>C. jacea</i> subsp. <i>pannonica</i> (Heuff.) Hayek	44		BAKSAY (1958)	Hungría
<i>C. jacea</i> subsp. <i>ropalon</i> (Pomel) Maire	44		GUINOCHE (1957b)	Argelia
<i>C. jacea</i> x <i>C. nemoralis</i>	44		ROY (1938)	Gran Bretaña
<i>C. nemoralis</i> var. <i>semiradiata</i> Marsden & Turrill	44		“	Gran Bretaña
<i>C. nemoralis</i> var. <i>erradiata</i> Roy	44		“	“
<i>C. nemoralis</i> var. <i>erradiata</i> Roy “weak longiflora”	44		“	“
<i>C. nigra</i> L.	44		KAPOOR & RAMCHARITAR (1982)	Canadá
	22		KAPOOR & al. (1987, sec. IPCN)	EE.UU.
	44		MONTGOMERY & al. (1997, sec. IPCN)	Gran Bretaña
	44		MORTON (1981)	Canadá
	44		ROY (1938)	GRAN BRETAÑA
	44		WENTWORTH & al., 1991, sec. IPCN	Gran Bretaña
<i>C. nigra</i> subsp. <i>debeauxii</i> (Gren. & Godr.) Gugler	22		GARDOU (1972b)	Francia
<i>C. nigra</i> subsp. <i>gueryi</i> (Maire) Maire	44		HELLWIG & al. (1994)	Marruecos
<i>C. nigra</i> subsp. <i>nemoralis</i> Jord.	22		GARDOU (1972b)	Francia
<i>C. nigra</i> var. <i>nemoralis</i> (Jord.) Gremlí	22		VALDÉS BERMEJO & CASTROVIEJO (1979)	España (P)
<i>C. nigra</i> L. subsp. <i>nigra</i>	44		GARDOU (1972b)	Francia
	22		HARDY & al. (2000)	Bélgica
<i>C. nigra</i> subsp. <i>pallens</i> Koch	44		GERVAIS (1979, sec. IPCN)	EE.UU.
<i>C. nigra</i> subsp. <i>rivularis</i> Brot.	22		GARDOU (1972b)	España (CR) Portugal (BL)
	22		FERNANDES, A. & M. QUEIRÓS (1971a)	Portugal (Mi)
<i>C. nigrescens</i> Willd.	22		BAKSAY (1958)	Hungría
	44		KUZMANOV & al. (1986, sec. IPCN)	Bulgaria
<i>C. nigrescens</i> subsp. <i>rotundifolia</i> (Bartl.) Briq.	44		GARDOU (1972b)	Italia, Suiza
<i>C. nigrescens</i> subsp. <i>smoliensis</i> (Hayek) Dostál	44		LOVRIC (1982)	Croacia
<i>C. nigrescens</i> subsp. <i>vochinensis</i> Nyman	44		DOBEŠ & al. (1997, sec. IPCN)	Austria
<i>C. macroptilon</i> Borbás	44		DRUSKOVIC & LOVKA (1995)	Eslovenia
<i>C. pannonica</i> (Heuff.) Hayek	44		KUZMANOV & al. (1986)	Bulgaria
	44		LIPPERT & HEUBL (1988)	Alemania
	44		TARNAVSKI (1948, sec. Fedorov 1974)	Rumanía
<i>C. pratensis</i> Thuill.	44		GADELLA & KLIPHUIS (1966)	Holanda
	44		GADELLA & KLIPHUIS (1968)	Bélgica
	44		GERVAIS (1979, sec. IPCN)	EE.UU.
	44		MOORE (1968)	Canadá
	44		ROY (1937)	Gran Bretaña
<i>C. pratensis</i> var. <i>microptilon</i> (Gren.) Rouy	44		GARDOU (1972b)	Francia
<i>C. pratensis</i> Thuill. var. <i>pratensis</i>	44, 22		GARDOU (1972b)	Francia, Andorra

Cuadro 1. Continuación.

TAXON	2n	n	AUTOR (año)	ORIGEN MATERIAL
<i>C. antennata</i> Dufour	22		FERNÁNDEZ CASAS (1976)	España (Mu)
<i>C. corcubionensis</i> M. Laínz	22		FERNÁNDEZ CASAS & FERNÁNDEZ MORALES (1979)	España (C)
<i>C. hyssopifolia</i> Vahl.	22		VALDÉS-BERMEJO & GÓMEZ GARCÍA (1976)	España (M)
<i>C. kerneriana</i> Janka subsp. <i>kerneriana</i>	22		SHARKOVA (1996)	Bulgaria
<i>C. kerneriana</i> subsp. <i>gheorghieffii</i> (Halácsy) Dostál	22		BANCHEVA (1998)	Bulgaria
<i>C. janeri</i> subsp. <i>gallaecica</i> M. Laínz	44		GARCÍA MARTÍNEZ (2000)	España (Po)
<i>C. limifolia</i> Vahl.	44		GARDOU (1972b)	España (B)
<i>C. parilica</i> Stoj. & Stef.	22		KUZMANOV & GEORGIEVA (1987)	Bulgaria
	22		CONSTANTINIDIS & KAMARI (1995)	Grecia

Cuadro 2. Números cromosómicos conocidos en los taxones de la sección *Lepteranthus*. Las abreviaturas en el caso de España se corresponden con las de las provincias.

des como, por ejemplo, *C. exarata* y *C. dracunculifolia*, la mayor parte de los taxones muestran niveles poliploides, sobre todo en el complejo de *C. jacea*-*C. nigra*, en el que los mecanismos de hibridación y poliploidía, extraordinariamente frecuentes, explican la notable dificultad taxonómica del grupo. Por el contrario, en la sección *Lepteranthus* (Cuadro 2), los datos disponibles apuntan hacia un mayor predominio de la condición diploide, aunque la poliploidía explica también aquí los números cromosómicos de algunas de sus especies.

Con estos antecedentes, y en el marco de una revisión taxonómica del género *Centaurea* para *Flora Iberica* (coord. C. Aedo), se ha abordado el estudio cromosómico de los taxones del complejo *Jacea-Lepteranthus* en la Península Ibérica, del que se presenta a continuación los resultados obtenidos hasta la fecha, y que cubren buena parte de los taxones representados en el territorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El conteo cromosómico se ha efectuado en células meristemáticas de raíces obtenidas a partir de plántulas crecidas de ajenios recolectados en el campo. Para ello, se colocaron las diásporas sobre un papel de filtro humedecido con agua destilada, dentro de placas de Petri y éstas en el interior de un germinador, bajo condiciones controladas de fotoperíodo (12 h de luz y 12 h de oscuridad) y temperatura (20 °C bajo condiciones de luz, y 15 °C en oscuridad), que propiciaron la germinación en tan solo 2-25 días, y en un porcentaje que osciló entre el 20-70 %, según los taxones.

Cuando las radículas de las plántulas superaban los 4 mm de longitud se transplantaban a pocillos con una mezcla de arena y turba (2:1) y se mantenían también bajo las condiciones del germinador hasta que las plántulas desarrollaban el segundo par de hojas, momento en que se trasladaban al exterior. Es

en esta nueva situación cuando se procedía -una vez adaptadas las plántulas- a la colecta de las puntas de las raíces (unos 5-10 mm de longitud), lo que se efectuaba entre las 12 y las 14 horas una vez aireadas las raíces (se extraía el cepellón de los pocillos y se exponía unos instantes al ambiente), para garantizar así la máxima actividad mitótica en las células meristemáticas.

Las raíces obtenidas se depositaban en viales con 8-hidroxiquinoleína 0,002 M (TJIO & LEVAN, 1950), durante 4 horas y a 3-4 °C (PRETEL, 1976), impidiéndose así la formación del huso acromático. Transcurrido este tiempo se procedía al fijado de la muestra con una mezcla de alcohol absoluto y acetato férrico (3:1, una variante de Carnoy), durante 24 h y a una temperatura constante de 3-4 °C, quedando así listas para su tinción; si ésta no se llevaba a cabo inmediatamente las raicillas, previamente lavadas con agua destilada, se guardaban indefinidamente en viales con alcohol al 70%.

Para la tinción se utilizó como colorante carmín alcohólico-acético (SNOW, 1963). Las muestras se sumergían en colorante durante un período de 24 h, sometidas a un calor moderado, y ello fue más que suficiente para la correcta observación en la gran mayoría de los casos. Transcurrido este tiempo se cortaba la porción terminal de las raicillas y se colocaba en un portaobjetos con una gota de ácido acético al 45%, se cubrían con un cubreobjetos y se procedía a un *squash*, quedando la muestra lista para su observación al microscopio y posterior fotografiado. El microscopio utilizado fue un Mootic BA300 y para la captura de imágenes se utilizó una cámara digital MOTICAM 2000.

Para la descripción morfológica de los cromosomas se ha utilizado la terminología de LEVAN & al. (1964) quienes, según la posición del centrómero reconocen los siguientes tipos: **m**, cromosomas metacéntricos, con el centrómero en la región mediana; **sm**, cromosomas submetacéntricos, con el centrómero en la región submediana; **st**, cromosomas subteloacéntricos, con el centrómero en la región subterminal y **t**, cromosomas telocéntricos, con el centrómero en la región terminal. El tamaño de los cromosomas se indica mediante tres valores expresados en micras: el primero referido la longitud del cromosoma más grande, el segundo (entre paréntesis) a la longitud media y su desviación típica, y el tercero al tamaño de cromosoma más pequeño.

Para determinar el grado de asimetría de los cariotipos se han utilizado varios índices. Por un lado, se han determinado las categorías de asimetría establecidas por STEBBINS (1971) y posteriormente modificadas por DVORAK & al. (1979), calculadas en función de la razón longitud total del cromosoma más largo/longitud total del cromosoma más corto (tomando las medidas de los dos homólogos) y de la proporción de cromosomas subteloacéntricos y telocéntricos, de acuerdo con los valores recogidos en el Cuadro 3, donde A1 representa el mayor grado de simetría y C4 el mayor grado de asimetría. De acuerdo con STEBBINS (*loc. cit.*) existe una tendencia evolutiva en angiospermas al incremen-

to de la asimetría, de tal forma que considera a los cariotipos más asimétricos más evolucionados y/o especializados, si bien no es irreversible, pudiéndose encontrar cariotipos con alto grado de simetría en táxones más modernos debido a procesos como la fusión entre cromosomas telocéntricos lo que, además de implicar la reducción del número de cromosomas, entrañaría un aumento del grado de simetría al formarse cromosomas metacéntricos o submetacéntricos.

Mayor/Menor	Proporción de cromosomas con centrómero en la región subterminal (l/c: 3,01-7,00) y terminal (l/c: 7,01-∞)			
	0,0	0,01-0,5	0,51-0,99	1
< 2:1	A1	A2	A3	A4
2:1- 4:1	B1	B2	B3	B4
> 4:1	C1	C2	C3	C4

Cuadro 3. Tipos de asimetría cromosómica según la clasificación de STEBBINS (1971), modificada por DVORAK & al. (1979).

Dado que este índice tiene limitaciones debido a la amplitud de los intervalos para la separación de las distintas categorías, y al carácter cualitativo del mismo, se han calculado también índices basados en parámetros estadísticos, como los índices A1 y A2 de ROMERO ZARCO (1986), y los CV_{CI} , CV_{CL} y AI de PASZKO (2006). El índice de asimetría intracromosómica A1 oscila entre 0 y 1, de forma que valores cercanos a 0 indican predominio de cromosomas metacéntricos y, por tanto, de cariotipos simétricos. El índice de asimetría intercromosómica A2 proporciona una estimación rápida de la variación en la longitud total de los cromosomas, la cual no depende del número de cromosomas, y el índice de asimetría cariotípica AI (PASZKO, *loc. cit.*) tiene la ventaja de poder proporcionar una mayor sensibilidad para detectar variaciones en la asimetría cariotípica; cuanto más elevado el valor de AI mayor asimetría en el cariotipo respecto del resto de táxones en estudio.

Finalmente, señalar que en algún caso se han efectuado recuentos cromosómicos en meiosis a partir botones florales recolectados en campo, fijados con una mezcla de alcohol absoluto y acetato férrico (3:1, una variante de Carnoy) durante 24 h y a una temperatura constante de 3-4 °C. Las muestras se guardaban indefinidamente en viales con alcohol al 70%. La tinción y el procedimiento de montaje se efectuó con el mismo colorante indicado para el estudio de los cromosomas mitóticos. Por lo general 5 días fueron suficientes para alcanzar las condiciones óptimas de tinción.

RESULTADOS

A. *CENTAUREA* sect. *JACEA* (Mill.) DC.

1. *C. jacea* L., *Sp. Pl.*: 914 (1753) subsp. *jacea*

1.1. Morfotipo “radiante”

Material estudiado.- **ESPAÑA.** Población A: **Logroño.** Leza, 18.VIII.07, *Arnelas* (COFC 57470, $2n = 44$). Población B: **Teruel.** Bronchales, camino a la Fuente Fonbuena, 18.IX.08, *Arnelas & Fabado* (COFC 57469, $2n = 44$).

En las dos poblaciones estudiadas se encontró el número $2n = 44$ (Fig. 1, A-B), que pone de manifiesto su origen tetraploide, y que coincide con numerosos autores que han estudiado previamente la especie (Cuadro 1). La fórmulas cromosómicas son $17m + 4sm + 1sm^{sat}$ (población A) y $21m + 1sm^{sat}$ (población B). La asimetría cariotípica es de tipo A1 en ambos casos; en la población de Logroño el índice A1 de asimetría intracromosómica es 0,30 y el índice A2 de asimetría intercromosómica es 0,13, mientras que en la población de Teruel son, respectivamente, 0,22 y 0,12; el índice AI es de 1,77 en la población A y 1,22 en la B. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,6 \mu\text{m} - (2,8 \mu\text{m} \pm 0,4) - 2,0 \mu\text{m}$ (población A) y $3,2 \mu\text{m} - (2,5 \mu\text{m} \pm 0,3) - 1,7 \mu\text{m}$ (población B).

Los recuentos efectuados coinciden con los llevados a cabo también en material peninsular por BLANCA (1983), PARRA & al. (1998) y FERNANDES & QUEIRÓS (1971), y parcialmente con los extrapeninsulares (Cuadro 1) ya que en el presente estudio no se han detectado individuos diploides. No se han observado cromosomas accesorios, a diferencia de lo señalado por BLANCA (1983) en material peninsular y por GARDOU (1972 b) en material francés.

1.2. Morfotipo “no radiante”

Material estudiado.- **ESPAÑA.** **Burgos.** Población A: Cillaperlata, 18.VIII.2007, *Arnelas* (COFC 57468, $2n = 44$). Población B: Barcina de los Montes, 19.VIII.08, *Arnelas* (COFC 57467, $2n = 44$). Población C: Santa Gadea del Cid, 18.VIII.07, *Arnelas* (COFC 57466, $n = 22$).

En las tres poblaciones estudiadas se han encontrado los números $2n = 44$ (Fig. 1, C-D) y $n = 22$. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto su origen tetraploide. La fórmulas cromosómicas son $18m + 1sm^{sat} + 1sm + 2sm^{sat}$ (población A) y $18m + 2sm + 2sm^{sat}$ (población B). En las poblaciones estudiadas mitóticamente la asimetría cariotípica es de tipo A1; en la población A el índice A1 de asimetría intracromosómica es 0,21 y el índice A2 de asimetría intercromosómica es 0,13, y de 0,27 y 0,14 respectivamente, en la población

B; el valor de AI es 1,57 (población A) y 2,24 (población B). El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $4,1 \mu\text{m} - (3,4 \mu\text{m} \pm 0,4) - 2,2 \mu\text{m}$ (población A) y $4,2 \mu\text{m} - (3,0 \mu\text{m} \pm 0,4) - 2,2 \mu\text{m}$ (población B).

2. *C. jacea* subsp. *vinyalsii* (Sennen) O. Bolòs, J. Nuet & J. Panareda, *Cat. Fl. & Fauna* 1: 76 (1986)

Material estudiado. - **ESPAÑA. Gerona.** Población A: Palmerola, carretera C-26 a Berga, 14.VIII.08, *Arnelas* (COFC 57475, $2n = 44$). Población B: Ripoll, 5.VIII.2009, *Arnelas* (COFC 57476, $2n = 44$).

En las dos poblaciones estudiadas se encontró el nivel tetraploide $2n = 44$ (Fig. 2), no teniéndose constancia de referencia alguna a este taxon desde el punto de vista cromosómico. La fórmula cromosómica es la misma para ambas poblaciones: $18m + 3sm + 1sm^{sat}$. La asimetría cariotípica es de tipo A1 para la población A, y B1 para la población B; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,25 en ambas poblaciones; el índice de asimetría intercromosómica A2 es 0,13 en la población A y 0,16 en la población B; el valor de AI es 1,72 para la población A y 2,03 para la población B. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $2,8 \mu\text{m} - (2,3 \mu\text{m} \pm 0,3) - 1,4 \mu\text{m}$ (población A) y $4,4 \mu\text{m} - (2,7 \mu\text{m} \pm 0,4) - 1,9 \mu\text{m}$ (población B).

3. *C. dracunculifolia* Dufour, *Ann. Sci. Nat. (Paris)* 23: 157 (1831)

Material estudiado. - **ESPAÑA. Valencia.** Población A: El saler, 2.X.2008, *Arnelas & Riera* (COFC 57448, $n = 11$); Población B: ibídem, 2.IX.2009, *Arnelas* (COFC 57447, $2n = 22$).

En las poblaciones estudiadas se han encontrado los números cromosómicos $2n = 22$ (Fig. 3, A) y $n = 11$, resultados coincidentes con el recuento de GARDOU (1972 a; Cuadro 1) también con material valenciano.

La fórmula cromosómica obtenida es $8m + 3sm$. En la metafase somática estudiada la asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómico A1 es 0,30 y el índice de asimetría intercromosómico A2 es 0,13; el valor de AI es 2,28. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,9 \mu\text{m} - (3,2 \mu\text{m} \pm 0,4) - 2,6 \mu\text{m}$. En la placa meiótica estudiada se pudieron observar 11 bivalentes, que corroboran el número cromosómico diploide de la población estudiada.

4. *C. nigra* L., *Sp. Pl.*: 911 (1753) var. *nigra*

Material estudiado. - **ESPAÑA.** Población A: **Santander.** Laredo, 19.VIII.2008, *Arnelas* (COFC 57473, $2n = 44$). **Navarra.** Población B: Ezcaroz, 22.VIII.2007, *Arnelas* (COFC 57465, $2n = 44$). Población C: Larra, carretera NA-1370, 20.VIII.2008, *Arnelas* (COFC 57474, $2n = 22$).

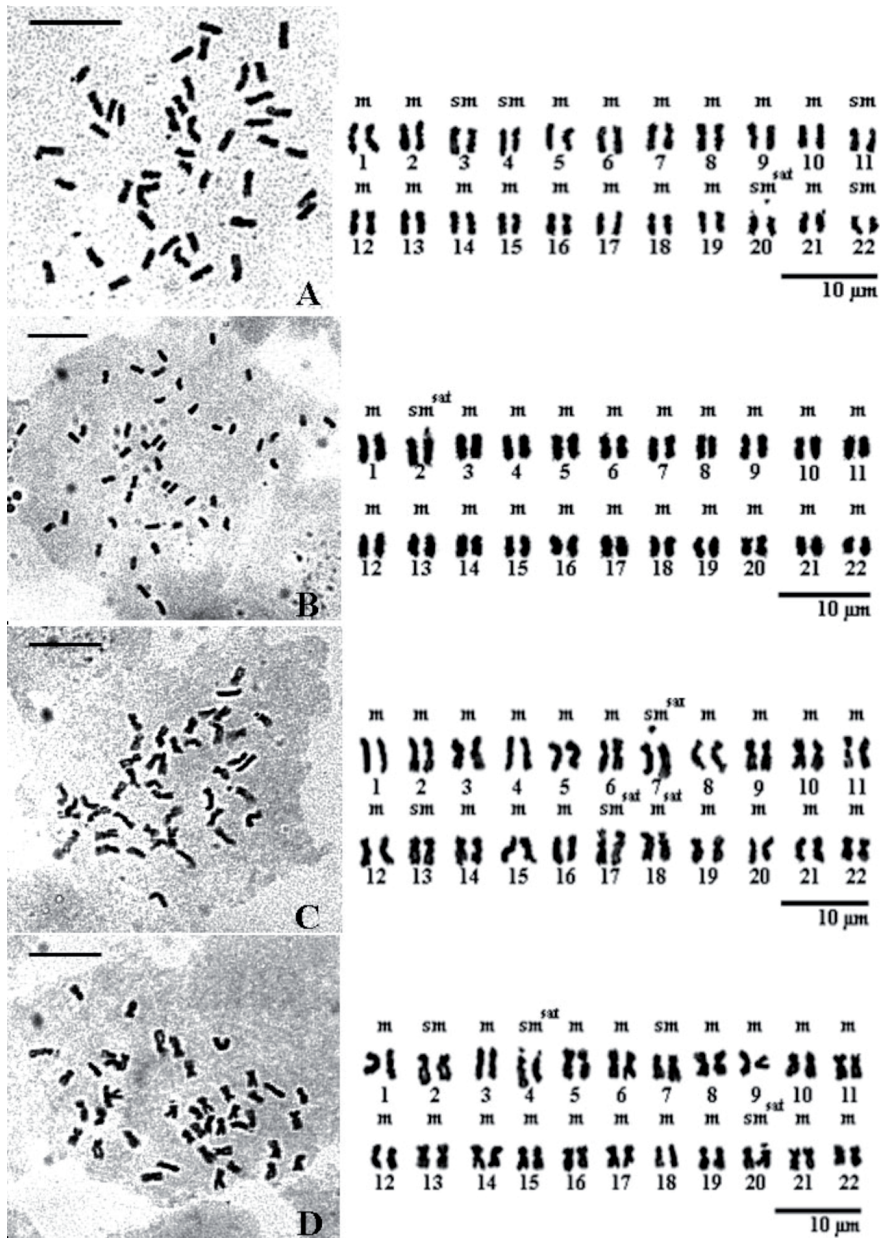


Fig. 1. A-B. *C. jacea* subsp. *jacea* morfotipo “radiante”: A (COFC 57470, 2n = 44); B, (COFC 57469, 2n = 44). C-D. *C. jacea* subsp. *jacea* morfotipo “no radiante”; C (COFC 57468, 2n = 44); D (COFC 57467, 2n = 44). Escala 10 µm.

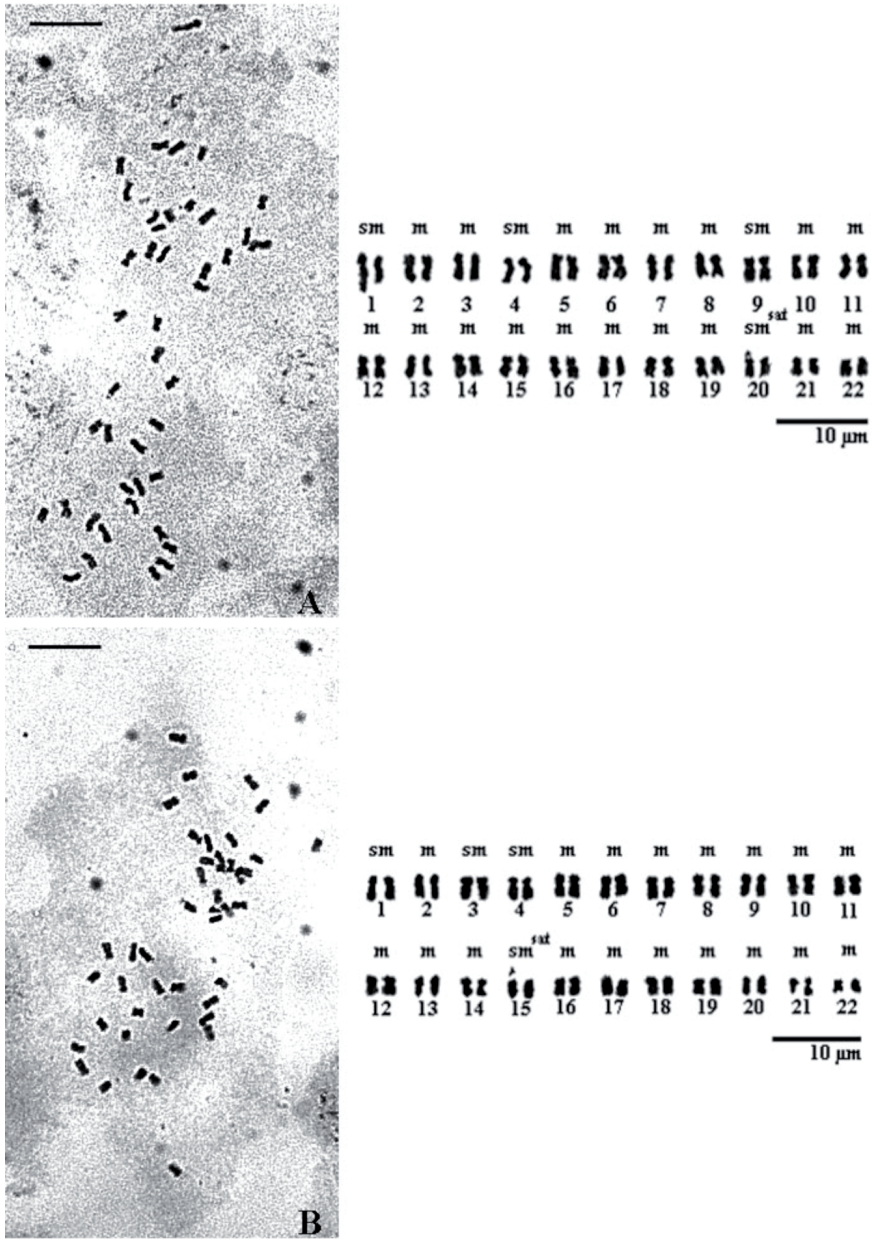


Fig. 2. A-B, *C. jacea* subsp. *vinyalsii*. A (COFC 57476, 2n = 44); B (COFC 57475, 2n = 44). Escala 10 μm.

En el material estudiado (Fig. 3, B-D) se han detectado los niveles diploide ($2n = 22$) y tetraploide ($2n = 44$), una situación ya indicada en la bibliografía consultada (véase Cuadro 1). Probablemente se trate de los primeros recuentos efectuados con material de la Península Ibérica.

Las fórmulas cromosómicas obtenidas son $21m + 1sm$ (población A), $20m + 1m^{sat} + 1sm$ (población B) y $7m + 3sm + 1m^{sat}$ (población C). La asimetría cariotípica es de tipo A1 en los tres casos; en la población A el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,18 y el índice de asimetría intercromosómica A2 de 0,12, en la B es 0,23 y 0,13 mientras que en la población C son 0,33 y 0,11, respectivamente; el valor AI es 1,19 para la población A, 1,31 para la población B y 2,3 para la población C. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $2,7 \mu\text{m} - (2,2 \mu\text{m} \pm 0,3) - 1,7 \mu\text{m}$ (población A); $3,6 \mu\text{m} - (2,9 \mu\text{m} \pm 0,4) - 2,2 \mu\text{m}$ (población B) y $3,2 \mu\text{m} - (2,6 \mu\text{m} \pm 0,3) - 2,0 \mu\text{m}$ (población C).

5. *C. nigra* var. *radiata* DC., *Cat. Pl. Horti Monsp.*: 91 (1813)

Material estudiado.- **ESPAÑA.** Población A: **Huesca.** Broto, km 479 de la carretera N-240, 12.VIII.2008, *Arnelas* (COFC 57441, $2n = 44$). Población B: **Navarra.** Puerto Artesiaga, 22.VIII.2007, *Arnelas* (COFC 57442, $2n = 44$).

El número cromosómico encontrado en las dos poblaciones estudiadas es $2n = 44$ (Fig. 4, A-B), recuentos que probablemente sean los primeros en efectuarse para este taxon en la Península Ibérica.

Las fórmulas cromosómicas obtenidas son $17m + 2m^{sat} + 3sm$ (población A) y $15m + 7sm$ (población B). La asimetría cariotípica es de tipo A1 en la población A y B1 en la B; en la población A el índice de asimetría intracromosómico A1 es 0,22 y el de asimetría intercromosómica A2 de 0,14, mientras que en la población B son 0,34 y 0,22, respectivamente; el valor de AI es 1,7 para la población A y de 4,43 para la población B. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $2,7 \mu\text{m} - (2,1 \mu\text{m} \pm 0,3) - 1,4 \mu\text{m}$ (población A) y $8,0 \mu\text{m} - (5,2 \mu\text{m} \pm 1,1) - 2,3 \mu\text{m}$ (población B).

6. *C. nigra* subsp. *rivularis* (Brot.) Cout., *Fl. Portugal*: 655 (1913)

Material estudiado.- **ESPAÑA.** **Coruña.** Población A: Agualada, 7.VIII.2008, *Arnelas* (COFC 57451, $2n = 22$); Población B: Dumbría, cerca del cruce con Freiro, 7.VIII.2008, *Arnelas* (COFC 57453, $2n = 22$). Población C: **León.** Riaño, a 9 km. de Riaño, entre Cistierna y Riaño, 23.VII.07, *Arnelas & Devesa* (COFC 57454, $n = 11$). Población D: **Zamora.** Ribadelago, Lago de Sanabria, 5.VIII.2008, *Arnelas* (COFC 57452, $2n = 22$).

Se han estudiado 4 poblaciones de este taxon, para el que se han encontrado los números cromosómicos $2n = 22$ (Figs. 4 C-D y 5 A) y $n = 11$, coincidentes

con los previamente hallados por GARDOU (1972 b) y FERNANDES & QUEIRÓS (1971) en plantas de Portugal (Cuadro 1) y por VALDÉS-BERMEJO & CASTRO-VIEJO (1979) en plantas procedentes de Palencia e identificadas bajo el binomen *C. nigra* var. *nemoralis*, cuyo testigo ha podido ser estudiado.

Las fórmulas cromosómicas obtenidas son $9m + 1sm + 1sm^{sat}$ (población A), $8m + 1m^{sat} + 1sm$ (población B) y $10m + 1m^{sat}$ (población D). En todos los casos la asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,23 (población A), 0,25 (población B) y 0,24 (población D), mientras que el de asimetría intercromosómica A2 es 0,13 en las poblaciones A y D y 0,14 en la B; el valor de AI es 2,17 1,62 y 1,17, respectivamente. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $5,5 \mu m - (4,4 \mu m \pm 0,6) - 3,4 \mu m$ (población A), $2,8\mu m - (2,1 \mu m \pm 0,3) - 1,6\mu m$ (población B) y $3,4 \mu m - (2,7 \mu m \pm 0,4) - 2 \mu m$ (población D).

En la placa meiótica estudiada se observaron 11 bivalentes, evidenciando también el nivel diploide de estas plantas.

7. *C. nigra* subsp. *carpetana* (Boiss. & Reuter) Nyman, *Consp.*: 422 (1879)

Material estudiado.- **ESPAÑA. Ávila.** Población A: Piedrahita, 3.VIII.07, Arnelas & Nuñez Martín (COFC 57471, $2n = 22$). Población B: Tornavacas, Puerto de Tornavacas, 2.VIII.2007, Arnelas & Nuñez Martín (COFC 57472, $2n = 22$ y $n = 11$).

Para ambas poblaciones se ha encontrado el nivel diploide tanto en metafases mitóticas ($2n = 22$; Fig. 5 B-C) como en meiosis ($n = 11$, población B). Es muy probable que a este taxon haya que referir el recuento previo de GARDOU (1972b) en material procedente de Ciudad Real ($2n = 22$, Cuadro 11) e identificado como *C. nigra* subsp. *rivularis*.

Las fórmulas cromosómicas obtenidas son $8m + 3sm$ (población A) y $9m + 2sm$ (población B). La asimetría cariotípica es de tipo A1 en ambas poblaciones; en la población A el índice de asimetría intracromosómico A1 es de 0,32 y el de simetría intercromosómica A2 es 0,15, mientras que en la población B es 0,15 y 0,10, respectivamente; el valor AI es 2,27 en la población A y 0,54 en la población B. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,0 \mu m - (2,3 \mu m \pm 0,4) - 1,7 \mu m$ (población A) y $2,6\mu m - (2,2 \mu m \pm 0,3) - 1,8\mu m$ (población B).

8. *C. debeauxii* Godr. in Gren. & Godr., *Fl. France* 2: 243 (1851) subsp. *debeauxii*

Material estudiado.- **ESPAÑA. Bilbao.** Población A: Armintza, 22.VII.2008, Arnelas & Devesa (COFC 57461, $2n = 44$); Población B: entre Pobeña y San Julián, 4.VIII.2008, Arnelas & Seco (COFC 57458, $2n = 44$). Población C:

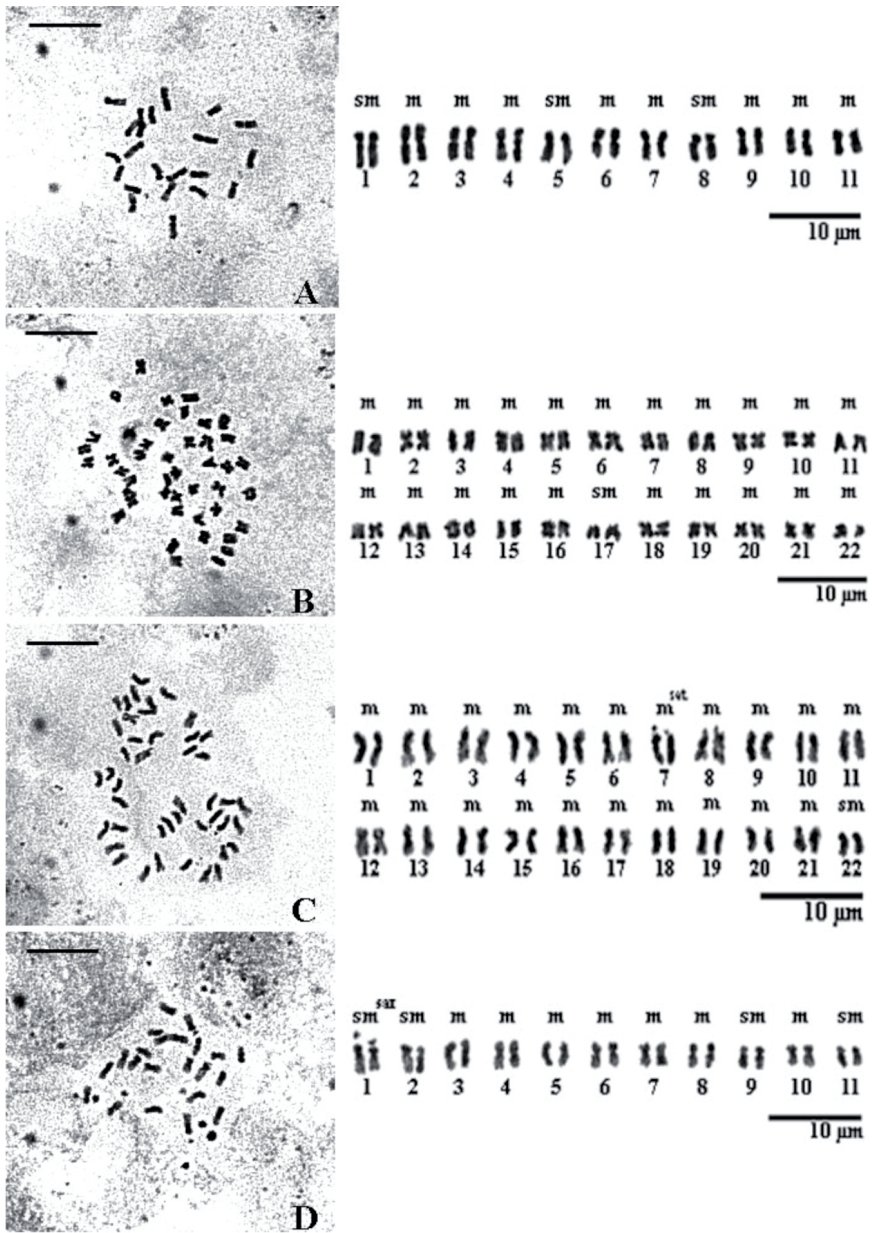


Fig. 3. A, *C. dracunculifolia* (COFC 57447, 2n = 22). B-D, *C. nigra* var. *nigra*: B (COFC 57473, 2n = 44); C (COFC 57465, 2n = 44); D (COFC 57474, 2n = 22). Escala 10 µm.

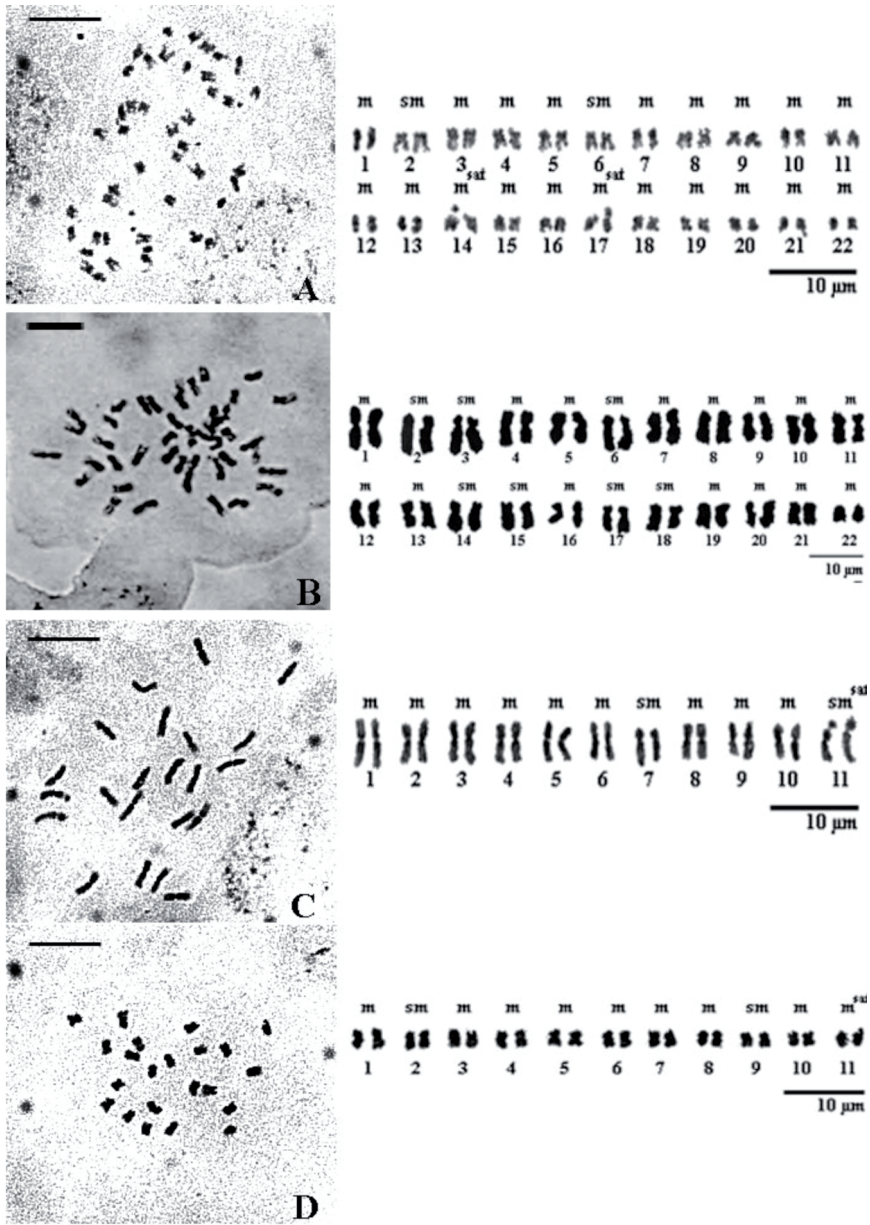


Fig. 4. A-B, *C. nigra* var. *radiata*: A (COFC 57441, 2n = 44); B (COFC 57442, 2n = 44). C-D, *C. nigra* subsp. *rivularis*: C (COFC 57451, 2n = 22); D (COFC 57453, 2n = 22). Escala 10 μm.

Burgos. Vivanco de Mena, 18.VIII.07, *Arnelas* (COFC 57460, $2n = 44$). Población D: **San Sebastián.** Getaria N-634, entre Getaria y Zumaia, 22.VIII.2008, *Arnelas* (COFC 57459, $2n = 44$).

En las 4 poblaciones estudiadas se ha encontrado $2n = 44$ (Figs. 5 D y 6 A-C), recuentos que no coinciden con los obtenidos por GARDOU (1972b; Cuadro 1), quien indica $2n = 22$.

Las fórmulas cromosómicas obtenidas son $21m + 1sm$, tanto para la población A como para la B, $16m + 2m^{sat} + 4sm$ para la población C y $18m + 1m^{sat} + 3sm$ para la D. La asimetría cariotípica es de tipo A1 para la población A, y B1 para el resto; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,20 para la población A, 0,22 para la B, 0,30 para la C y 0,24 para la D, y el índice de asimetría intercromosómica A2 es 0,11, 0,17, 0,15 y 0,14, respectivamente; el valor AI es 1,32, 2,01, 1,74 y 1,78, respectivamente. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,2 \mu\text{m} - (2,5 \mu\text{m} \pm 0,3) - 2,1 \mu\text{m}$ (población A), $3,4 \mu\text{m} - (2,5 \mu\text{m} \pm 0,4) - 1,5 \mu\text{m}$ (población B), $2,7 \mu\text{m} - (2,1 \mu\text{m} \pm 0,3) - 1,3 \mu\text{m}$ (población C) y $3,3 \mu\text{m} - (2,5 \mu\text{m} \pm 0,3) - 1,4 \mu\text{m}$ (población D).

9. *C. debeauxii* subsp. *nevadensis* (Boiss. & Reut.) Dostál, *Bot. J. Linn. Soc.* 71(3): 207 (1976)

9.1. Morfotipo “no radiante”

Material estudiado.- **ESPAÑA. Jaén.** Aldea del río Madera, 3.VIII.2009, *Arnelas* (COFC 57449, $2n = 22$).

El número cromosómico encontrado ha sido $2n = 22$ (Fig. 6 D), probablemente el primer recuento para el taxon en material de la Península Ibérica. Probablemente a él haya que asimilar el recuento efectuado por GUINOCHE (1957b) para material marroquí identificado como *C. jacea* subsp. *nigra* var. *eu-gueryi* Maire. Supuestamente, para el mismo taxon HELWIG & al. (1994) encuentran también el citotipo tetraploide en material marroquí –sub *C. nigra* subsp. *gueryi* (Maire) Maire–, resultado discrepante con los obtenidos en el presente trabajo.

La fórmula cromosómica obtenida es $9m + 2sm$. La asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómico A1 es 0,30 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,12; el valor AI es 2,04. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,7 \mu\text{m} - (3,2 \mu\text{m} \pm 0,4) - 2,4 \mu\text{m}$.

9.2. Morfotipo “radiante”

Material estudiado.- **ESPAÑA. Teruel:** Noguera de Albarracín, Valle del Río Garganta, 3.VIII.2009, *Arnelas* (COFC 57450, $2n = 22$).

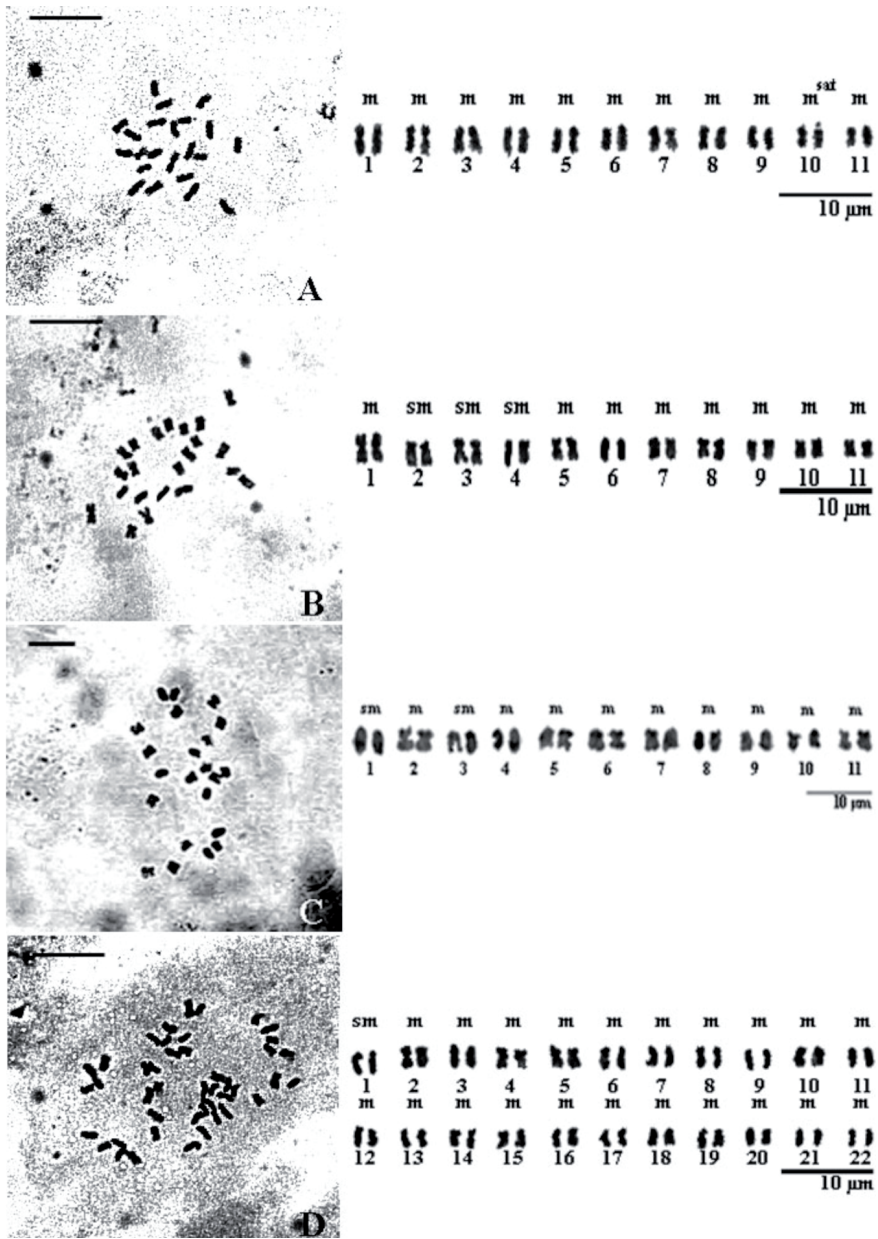


Fig. 5. A. *C. nigra* subsp. *rivularis*: A (COFC 57452, 2n = 22). B-C. *C. nigra* subsp. *carpetana*: B (COFC 57471, 2n = 22); C (COFC 57472). D. *C. debeauxii* subsp. *debeauxii* (COFC 57461, 2n = 44). Escala 10 µm.

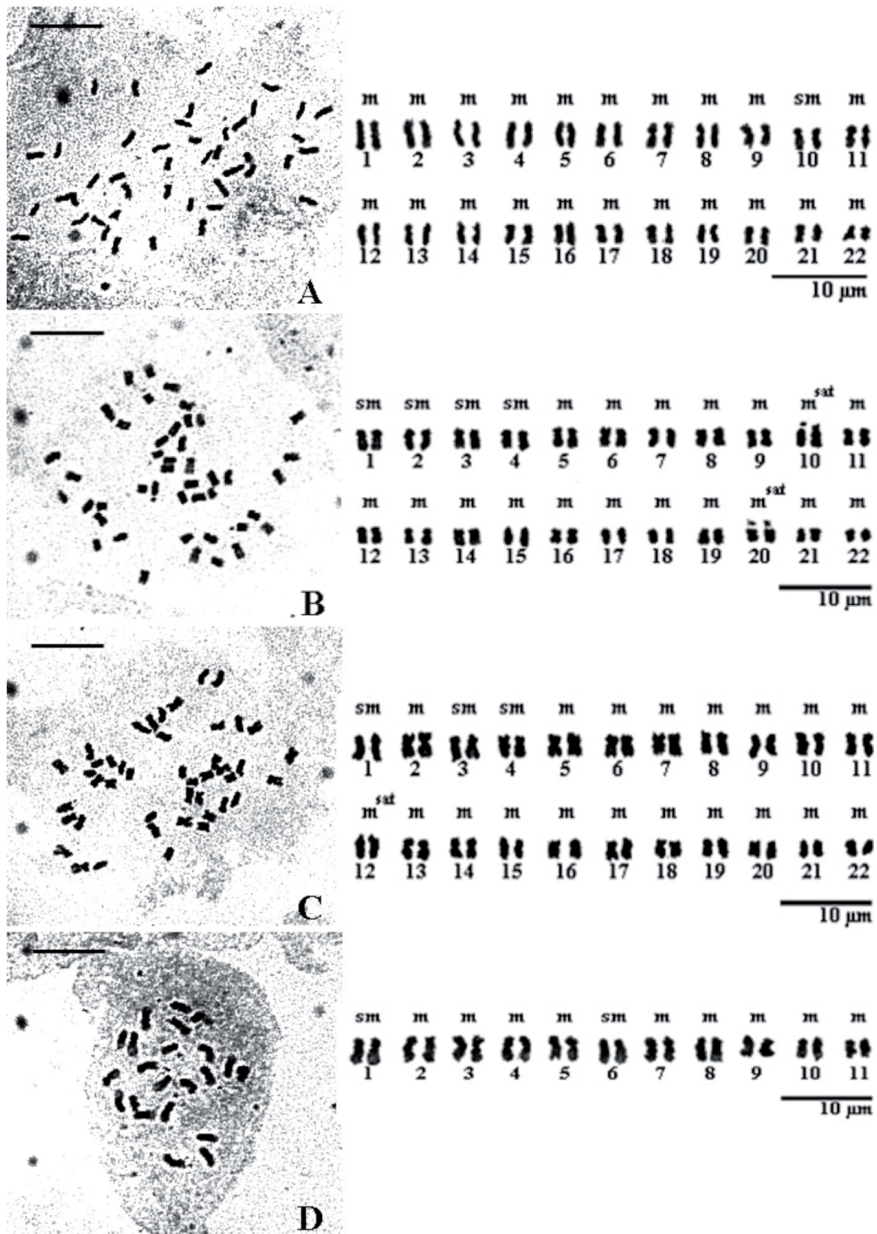


Fig. 6. A-C, *C. debeauxii* subsp. *debeauxii*: A (COFC 57458, 2n = 44); B (COFC 57458, 2n = 44); B (COFC 57460, 2n = 44); C (COFC 57459, 2n = 44). D, *C. debeauxii* subsp. *nevadensis* morfotipo "no radiante" (COFC 57449). Escala 10 μ m.

El número cromosómico encontrado ha sido $2n = 22$ (Fig. 7 A). La fórmula cromosómica obtenida es $10m + 1sm$. La asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómico A1 es 0,22 y el de asimetría inter-cromosómica A2 es 0,17; el valor AI es 1,78. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,9\mu\text{m} - (2,9\mu\text{m} \pm 0,5) - 1,8\mu\text{m}$.

10. *C. exarata* Boiss. ex Coss., *Notes Pl. Crit.*: 116 (1851)

Material estudiado.- **ESPAÑA. Huelva.** Moguer, cerca del arroyo Santa María, 28.VI.07, *Arnelas, López & Muñoz* (COFC 57494, $2n = 22$, $n = 11$).

Se ha encontrado $n = 11$ $2n = 22$ (Fig. 7 B) en la única población estudiada, recuento que coincide el de VALDÉS-BERMEJO (1980) en material procedente de Huelva (Cuadro 1).

Las fórmula cromosómica es $7m + 1m^{\text{sat}} + 3sm$. La asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,30 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,15; el valor de AI es 2,1. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,6\mu\text{m} - (2,9\mu\text{m} \pm 0,4) - 2\mu\text{m}$.

B. CENTAUREA sect. *LEPTERANTHUS* (Neck.)DC.

11. *C. pectinata* L., *Sp. Pl.* ed. 2: 1287 (1763) var. *pectinata*

Material estudiado.- **ESPAÑA.** Población A: **Barcelona.** Montseny, Costa del Montseny, 11.VII.07, *Arnelas & Muñoz* (COFC 34317, $n = 11$). Población B: **Gerona:** Agullana, carretera de Agullana a La Vajol (GI-501), 11.VII.08, *Arnelas* (COFC 57477, $2n = 22$).

En las poblaciones estudiadas se han encontrado los números cromosómicos $2n = 22$ (Fig. 7 C) y $n = 11$, coincidentes con los hallados por GUINOCHET (1957b) y VERLAQUE & al. (1983) en material francés (Cuadro 2).

La fórmula cromosómica es $8m + 1m^{\text{sat}} + 2sm$. La asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,26 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,13; el valor de AI es 1,47. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,0\mu\text{m} - (2,3\mu\text{m} \pm 0,3) - 1,8\mu\text{m}$.

12. *C. pectinata* L. var. *acutifolia* (Jord.) Briq., *Monogr. Centaurea Alp.*

Marit.: 94 (1902)

Material estudiado. - **ESPAÑA.** Población A: **Barcelona.** Montseny, 56/07, 11.VII.07, *Arnelas & Muñoz* (COFC 34318, $2n = 22$). Población B: **Gerona.** La Vajol, 3.VII.2009, *Arnelas* (COFC 57481, $2n = 22$).

El número cromosómico encontrado en las dos poblaciones estudiadas ha sido $2n = 22$ (Figs. 7 D y 8 A). Al parecer es la primera vez que se estudia material de este taxon.

Las fórmulas cromosómicas son: $9m + 2sm^{sat}$ (población A) y $11m$ (población B). Para ambas poblaciones el índice de asimetría es de tipo A1; en la población A el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,22 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,17, mientras que en la población B son 0,23 y 0,13, respectivamente; el valor de AI es 2,83 y 1,16, respectivamente. El tamaño de los cromosomas viene dado por $4,3 \mu m - (3,2 \mu m \pm 0,5) - 2,2 \mu m$ (población A) y $3,8 \mu m - (3 \mu m \pm 0,4) - 2,3 \mu m$ (población B).

13. *C. corcubionensis* M. Laínz, *Anales Inst. Forest. Invest.* 12: 40 (1967)

Material estudiado.- **ESPAÑA. La Coruña:** Concelho de Carnota, Fervenza de Piedrafiqueira, 7.VIII.08, *Arnelas* (COFC 57480, $2n = 22$).

En la única población estudiada se ha encontrado el número cromosómico $2n = 22$ (Fig. 8 B), que coincide con el señalado previamente por FERNÁNDEZ CASAS & al. (1979) en material de Corcubión (La Coruña).

La fórmula cromosómica hallada es $11m$. La asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,28 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,16; el valor de AI es 2,02. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,0 \mu m - (2,3 \mu m \pm 0,4) - 1,7 \mu m$.

14. *C. janeri* Graells, *Mem. Real Acad. Ci. Exact. Madrid* 2: 466 (1859) subsp. *janeri*

Material estudiado.- **ESPAÑA. Ávila:** Puerto de Chía, 2.VIII.07, *Arnelas & Nuñez Martín* (COFC 34382, $2n = 44$).

En la única población estudiada se ha encontrado el número cromosómico $2n = 44$ (Fig. 8 C), que pone de manifiesto el origen tetraploide del taxon que, al parecer, se estudia por vez primera desde este punto de vista.

La fórmula cromosómica hallada es $20m + 2sm$. La asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,21 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,12; el valor de AI es 1,48. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,3 \mu m - (2,4 \mu m \pm 0,3) - 1,8 \mu m$.

15. *C. janeri* subsp. *babiana* M. Laínz, *Bol. Inst. Estud. Asturianos, Supl. Ci.* 22: 36 (1976)

Material estudiado.- **ESPAÑA. León:** Entre Herreros de Jamuz y Nogarejos, 25.VII.07, *Arnelas & Devesa* (COFC 34376, $2n = 44$).

En las plantas de la población estudiada se ha encontrado el número cromosómico $2n = 44$ (Fig. 8 D), probablemente el primer recuento efectuado para este taxon.

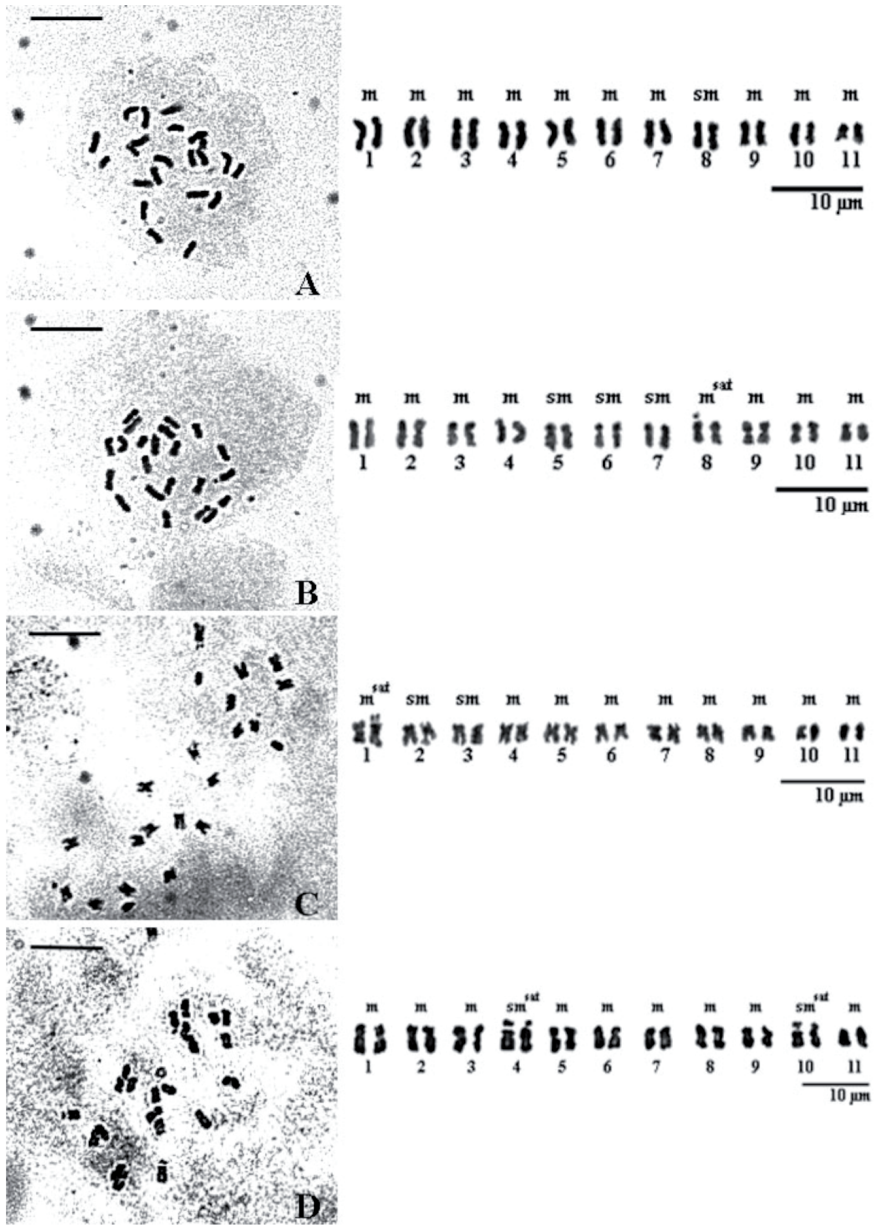


Fig. 7. A, *C. debeauxii* subsp. *nevadensis* morfotipo "radiante" (COFC 57450, $2n = 22$). B, *C. exarata* (COFC 57494, $2n = 22$). C, *C. pectinata* subsp. *pectinata* var. *pectinata* (COFC 57477, $2n = 22$). D, *C. pectinata* subsp. *pectinata* var. *acutifolia* (COFC 34318, $2n = 22$). Escala 10 µm.

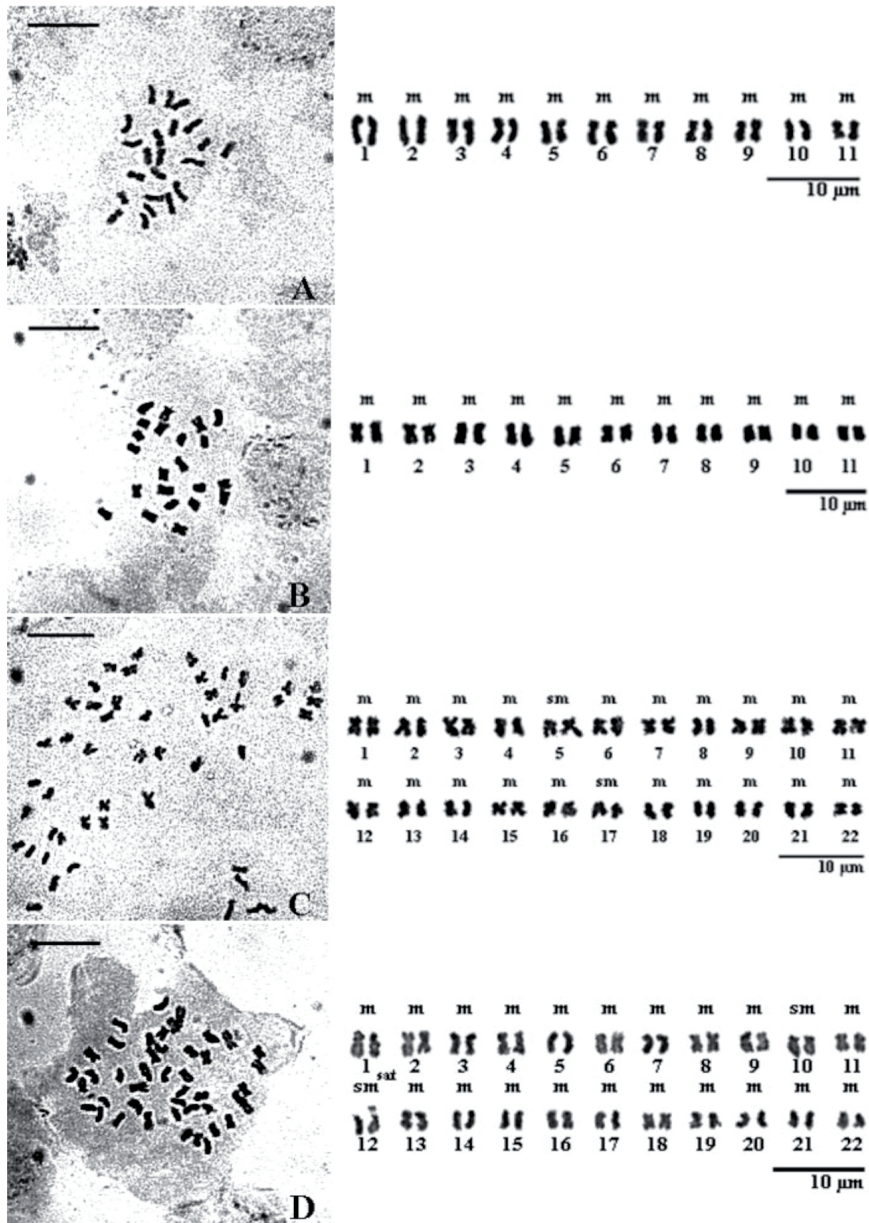


Fig. 8. A, *C. pectinata* subsp. *pectinata* var. *acutifolia* (COFC 57481, $2n = 22$). B, *C. corcubionensis* (COFC 57480, $2n = 22$). C, *C. janeri* subsp. *janeri* (COFC 34382, $2n = 44$). D, *C. janeri* subsp. *babiana* (COFC 34376, $2n = 44$). Escala 10 µm.

La fórmula cromosómica es $20 m + 1 sm + 1 sm^{sat}$. La asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,24 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,14; el valor de AI es 1,69. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,5 \mu m - (2,6 \mu m \pm 0,4) - 1,9 \mu m$.

16. *C. janeri* subsp. *gallaecica* M. Laínz, *Anales Inst. Forest. Invest.* 12: 40 (1967)

Material estudiado.- **ESPAÑA. Lugo.** Población A: Carretera a Melide, a 1 km de Melide, 25.VII.07, *Arnelas & Devesa* (COFC 34378, $2n = 66$). Población B: Curtis, 24.VII.07, *Arnelas & Devesa* (COFC 34379, $2n = 66$).

El recuento cromosómico se ha podido llevar a cabo en plantas de dos poblaciones obteniéndose en ambas el mismo número cromosómico, $2n = 66$ (Fig. 9 A), que indica el origen hexaploide de ésta. Dicho número discrepa del indicado GARCÍA MARTÍNEZ (2000) en plantas de Silleda (Pontevedra), en las que encontró $2n = 44$ (Cuadro 2).

La fórmula cromosómica es $30 m + 1 sm + 1 2m^{sat}$. La asimetría cariotípica es de tipo B1; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,17 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,18; el valor de AI es 1,43. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,3 \mu m - (2,2 \mu m \pm 0,4) - 1,5 \mu m$.

17. *C. emigrantis* Bubani, *Nuovo Gior. Bot. Ital.* 5: 318 (1873)

Material estudiado.- **ESPAÑA. Lérida.** Carretera entre Moror y Alzina, 780 m, *Arnelas & Muñoz* (COFC 34372, $2n = 22$).

En la única población estudiada el número cromosómico encontrado ha sido $2n = 22$ (Fig. 9 B). Probablemente se trata el primer recuento efectuado en este taxon.

La fórmula cromosómica es $9m + 1 sm + 1 sm^{sat}$. La asimetría cariotípica es de tipo A1: el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,25 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,18; el valor de AI es 4,04. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,9 \mu m - (2,8 \mu m \pm 0,5) - 2 \mu m$.

18. *C. antennata* Dufour, *Ann. Sci. Nat.* 23: 158 (1831) subsp. *antennata*

Material estudiado.- **ESPAÑA. Valencia:** Serra, Font del Berro, Sierra Calderona, 12.VI.2009, *Arnelas & López* (COFC 57446, $2n = 22$).

En la población estudiada las plantas presentan el número cromosómico $2n = 22$ (Fig. 9 C). Probablemente se trate del primer recuento para el taxon ya que la cita previa de FERNÁNDEZ CASAS (1976; Cuadro 2) en plantas murcianas hay que referirla a *C. antennata* subsp. *meridionalis*.

Las características de los cromosomas han podido ser estudiadas en dos placas metafásicas distintas, aunque sólo se muestra la imagen de una de ellas. Las fórmulas cromosómicas son $9m + 1m^{sat} + 1sm^{sat}$ (placa A; Fig. 9 C) y $10m + 1sm^{sat}$ (placa B). La asimetría cariotípica es de tipo A1 en los dos casos; en la placa A el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,26 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,11, mientras que en la placa B los valores son 0,16 y 0,10, respectivamente; los valores de AI son 1,97 y 1,27, respectivamente. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,9 \mu\text{m} - (3,2 \mu\text{m} \pm 0,4) - 2,6 \mu\text{m}$ (placa A) y $3,7 \mu\text{m} - (3,1 \mu\text{m} \pm 0,3) - 2,5 \mu\text{m}$ (placa B).

19. *C. antennata* subsp. *meridionalis* (O. Bolòs & J. Vigo) L. Serra & M. B. Crespo, *Ruizia* 9: 858 (2007)

Material estudiado.- **ESPAÑA. Murcia.** Población A: Cañada de la Cruz, subida al pico Revolcadores, 11.VI.2009, *Arnelas & López* (COFC 57444, $2n = 22$). Población B: Entre Caravaca de la Cruz y Moratalla, pista a la Sierra del Buitre, 11.VI.2009, *Arnelas & López* (COFC 57445, $2n = 22$).

En las dos poblaciones estudiadas las plantas presentan el número cromosómico $2n = 22$ (Figs. 9 D y 10 A). Con toda probabilidad a este taxon hay que referir el recuento efectuado FERNÁNDEZ CASAS (1976) en plantas de Murcia (Cuadro 2), identificadas como *C. antennata*.

Las fórmulas cromosómicas en las dos poblaciones estudiadas mitóticamente son similares: $7m + 1m^{sat} + 2sm + 1sm^{sat}$ (población A) y $10m + 1sm^{sat}$ (población B). La asimetría cariotípica es de tipo A1 para los dos casos; en la población A el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,27 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,08, mientras que en la población B son 0,21 y 0,09, respectivamente; los valores de AI son 1,12 y 0,89, respectivamente. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,2 \mu\text{m} - (3,2 \mu\text{m} \pm 0,2) - 2,7 \mu\text{m}$ (población A) y $3,6 \mu\text{m} - (3,1 \mu\text{m} \pm 0,3) - 2,6 \mu\text{m}$ (población B).

20. *C. linifolia* L., *Mant. Pl.*: 117 (1767)

Material estudiado.- **ESPAÑA. Lérida.** Población A: Grisel, 9.VII.08, *Arnelas* (COFC 57478, $2n = 22$). Población B: Vilanova de l'Aguda, carretera a la ermita, 10.VII.08, *Arnelas* (COFC 57479, $n = 11$).

En las dos poblaciones estudiadas se ha encontrado el número cromosómico $2n = 22$ (Fig. 10 B) y $n = 11$, número que discrepa del hallado por GARDOU (1972b; Cuadro 2), quien indicó $2n = 44$ en material procedente de Barcelona.

En la población estudiada mitóticamente la fórmula cromosómica es $10m + 1sm^{sat}$. La asimetría cariotípica es de tipo A1; el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,25 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,12; el valor

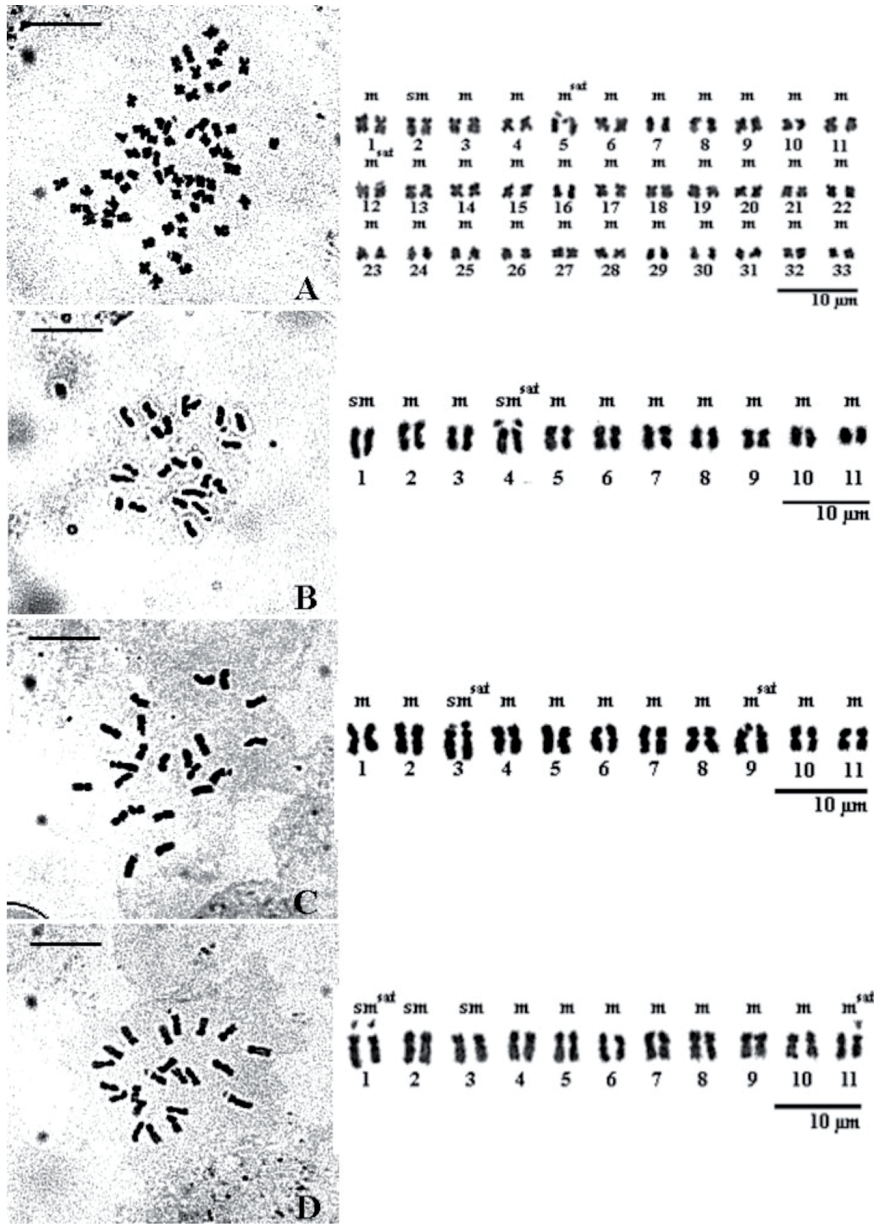


Fig. 9. A, *C. janeri* subsp. *gallaecica* (COFC 34378, 2n = 66). B, *C. emigrantis* (COFC 34372, 2n = 22). C, *C. antennata* subsp. *antennata placata* (COFC 57446, 2n = 22). D, *C. antennata* subsp. *meridionalis* (COFC 57444, 2n = 22). Escala 10 μm.

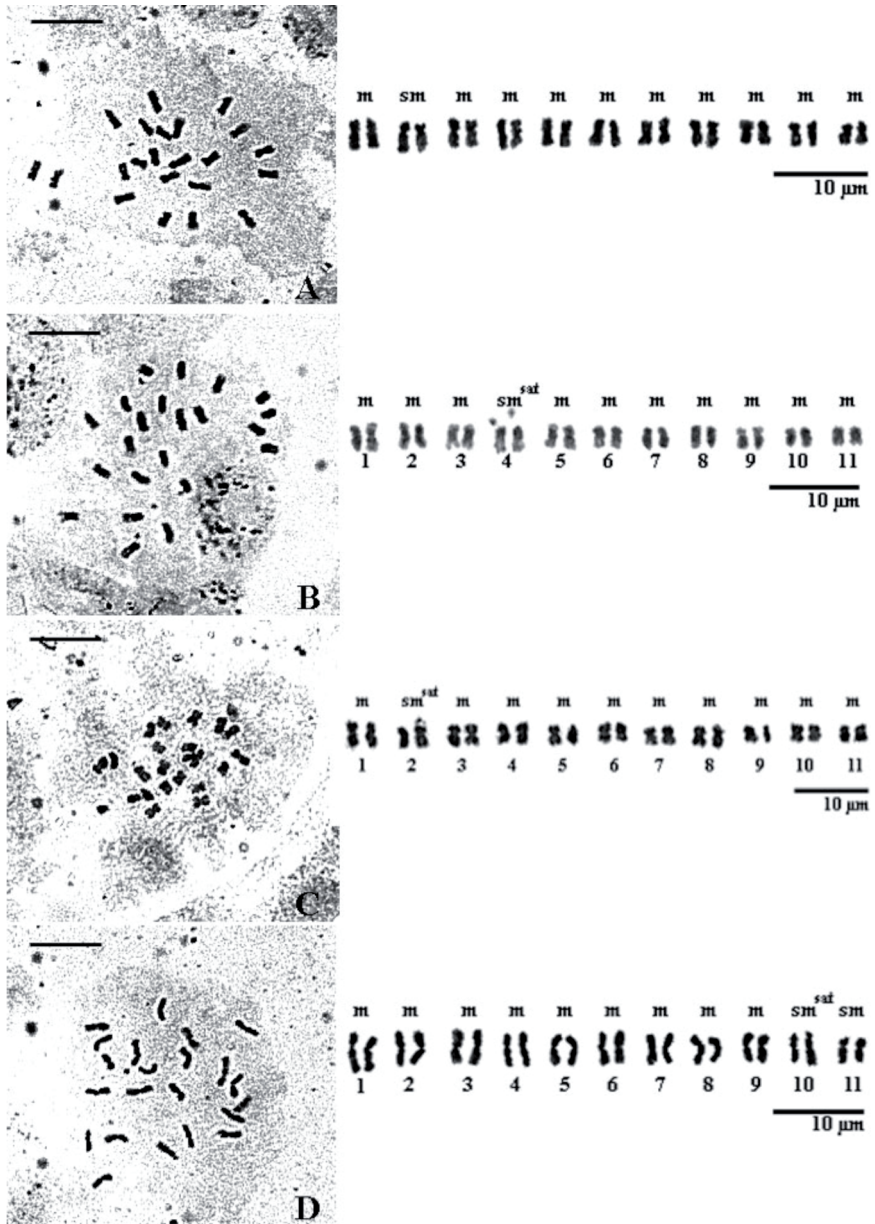


Fig. 10. A, *C. antennata* subsp. *meridionalis* (COFC 57445, $2n = 22$). B, *C. linifolia* (COFC 57478, $2n = 22$). C-D, *C. hyssopifolia*: C (COFC 57457, $2n = 22$); D (COFC 57440, $2n = 22$). Escala 10 µm.

TAXON	Población	2n	n	NPL	Lmed	Lmax	Lmin	FC
<i>C. jacea</i> subsp. <i>jacea</i> (R)	COFC 57470 (Lo)	44	-	4x	2,8±0,4	3,6	2,0	17m + 4sm + 1sm ^{sat}
	COFC 57469 (Te)	44	-	4x	2,5±0,3	3,2	1,7	21m + 1 sm ^{sat}
<i>C. jacea</i> subsp. <i>jacea</i> (NR)	COFC 57468 (Bu)	44	-	4x	3,4±0,4	4,1	2,2	18m + 1m ^{sat} + 1sm + 2sm ^{sat}
	COFC 57467 (Bu)	44	-	4x	3,0±0,4	4,2	2,2	18m + 2sm + 2sm ^{sat}
	COFC 57466 (Bu)	-	22	-	-	-	-	-
<i>C. jacea</i> subsp. <i>vinyalsii</i>	COFC 57475 (Ge)	44	-	4x	2,3±0,3	2,8	1,4	18m + 3sm + 1sm ^{sat}
	COFC 57476 (Ge)	44	-	4x	2,7±0,4	4,4	1,9	18m + 3sm + 1sm ^{sat}
<i>C. dracunculifolia</i>	COFC 57448 (V)	-	11	2x	-	-	-	-
	COFC 57447 (V)	22	-	2x	3,2±0,4	3,9	2,6	8m + 3sm
<i>C. nigra</i> subsp. <i>nigra</i>	COFC 57473 (S)	44	-	4x	2,2±0,3	2,7	1,7	21m + 1sm
	COFC 57465 (Na)	44	-	4x	2,9±0,4	3,6	2,2	20m + 1m ^{sat} + 1sm
	COFC 57474 (Na)	22	-	2x	2,6±0,3	3,2	2,0	7m + 3sm + 1sm ^{sat}
<i>C. nigra</i> subsp. <i>radiata</i>	COFC 57441 (Hu)	44	-	4x	2,1±0,3	2,7	1,4	17m + 2m ^{sat} + 3sm
	COFC 57442 (Na)	44	-	4x	5,2±1,1	8,0	2,3	15m + 7sm
<i>C. nigra</i> subsp. <i>rivularis</i>	COFC 57451 (C)	22	-	2x	4,4±0,6	5,5	3,4	9m + 1sm + 1sm ^{sat}
	COFC 57453 (C)	22	-	2x	2,1±0,3	2,8	1,6	8m + 1m ^{sat} + 1sm
	COFC 57454 (Le)	-	11	2x	-	-	-	-
	COFC 57452 (Za)	22	-	2x	2,7±0,4	3,4	2,0	10m + 1m ^{sat}
<i>C. nigra</i> subsp. <i>carpetana</i>	COFC 57471 (Av)	22	-	2x	2,3±0,4	3,0	1,7	8m + 3sm
	COFC 57472 (Av)	22	11	2x	2,2±0,3	2,6	1,8	9m + 2sm
<i>C. debeauxii</i>	COFC 57461 (Bi)	44	-	4x	2,5±0,3	3,2	2,1	21m + 1sm
	COFC 57458 (Bi)	44	-	4x	2,5±0,4	3,4	1,5	21m + 1sm
	COFC 57460 (Bi)	44	-	4x	2,1±0,3	2,7	1,3	16m + 2m ^{sat} + 4sm
	COFC 57459 (SS)	44	-	4x	2,5±0,3	3,3	1,4	18m + 1m ^{sat} + 3sm

Cuadro 4. NPL = nivel de ploidía; LMED = longitud media y desviación estándar de la longitud de los cromosomas; LMAX = longitud del cromosoma más largo; LMIN = longitud del cromosoma más corto; FC = fórmula cromosómica. R, con capítulos radiantes. NR, con capítulos no radiantes.

TAXON	Población	2n	n	NPL	Lmed	Lmax	Lmin	FC
<i>C. debeauxii</i> subsp. <i>nevadensis</i> (NR)	COFC 57449 (J)	22	-	2x	3,2±0,4	3,7	2,4	9m + 2sm
<i>C. debeauxii</i> subsp. <i>nevadensis</i> (R)	COFC 57450 (Te)	22	-	2x	2,9±0,5	3,9	1,8	10m + 1sm
<i>C. exarata</i>	COFC 57494 (H)	22	-	2x	2,9±0,4	3,6	2	7m + 1m ^{sat} + 3sm
<i>C. pectinata</i> L. subsp. <i>pectinata</i> var. <i>pectinata</i> .	COFC 34317 (B)	-	11	2x	-	-	-	-
	COFC 57477 (Ge)	22	-	2x	2,3±0,3	3,0	1,8	8m + 1 m ^{sat} + 2sm
<i>C. pectinata</i> L. subsp. <i>pectinata</i> var. <i>acutifolia</i> .	COFC 34318 (B)	22	-	2x	3,2±0,5	4,3	2,2	9m + 2sm ^{sat}
	COFC 57481 (Ge)	22	-	2x	3,0±0,4	3,8	2,3	11m
<i>C. corcubionensis</i>	COFC 57480 (C)	22	-	2x	2,3±0,4	3,0	1,7	11 m
<i>C. janeri</i> subsp. <i>janeri</i>	COFC 34382 (Av)	44	-	4x	2,4±0,3	3,3	1,8	20 m + 2sm
<i>C. janeri</i> subsp. <i>babiana</i>	COFC 34376 (Le)	44	-	4x	2,6±0,4	3,5	1,9	20m + 1sm + 1 sm ^{sat}
<i>C. janeri</i> subsp. <i>gallaecica</i>	COFC 34378 (Lu)	66	-	6x	2,2±0,4	3,3	1,5	30 m + 1 sm + 1 m ^{sat}
	COFC 34379 (Lu)	66	-	6x	-	-	-	-
<i>C. emigrantis</i>	COFC 34372 (L)	22	-	2x	2,8±0,5	3,9	2,0	9m + 1 sm + 1 sm ^{sat}
<i>C. antennata</i> subsp. <i>antennata</i>	COFC 57446 (V)							
	Placa A	22	-	2x	3,2±0,4	3,9	2,6	9m + 1m ^{sat} + 1sm ^{sat}
	Placa B	22	-	2x	3,1±0,3	3,7	2,5	10m + 1sm ^{sat}
<i>C. antennata</i> subsp. <i>meridionalis</i>	COFC 57444 (Mu)	22	-	2x	3,2±0,2	3,2	2,7	7m + 1m ^{sat} + 2sm + 1sm ^{sat}
	COFC 57445 (Mu)	22	-	2x	3,1±0,3	3,6	2,6	10m + 1sm
<i>C. limifolia</i>	COFC 57478 (L)	22	-	2x	2,9±0,4	3,6	2,2	10m + 1 sm ^{sat}
	COFC 57479 (L)	-	11	2x	-	-	-	-
<i>C. hyssopifolia</i>	COFC 57457 (M)	22	-	2x	2,5±0,4	3,4	2,1	10m + 1 sm ^{sat}
	COFC 57440 (M)	22	-	2x	3,7±0,5	4,7	2,5	10m + 1 sm ^{sat}
	COFC 57439 (M)	-	11	2x	-	-	-	-

Cuadro 4. Continuación.

TAXON	Población	2n	NPL	STB	A1	A2	CVci	CVcl	AI
<i>C. jacea</i> subsp. <i>jacea</i> (R)	COFC 57470 (Lo)	44	4x	A1	0,30	0,13	12,44	13,3	1,77
	COFC 57469 (Te)	44	4x	A1	0,22	0,12	9,82	12,42	1,22
<i>C. jacea</i> subsp. <i>jacea</i> (NR)	COFC 57468 (Bu)	44	4x	A1	0,21	0,13	12,2	12,84	1,57
	COFC 57467 (Bu)	44	4x	A1	0,27	0,14	16,04	13,98	2,24
<i>C. jacea</i> subsp. <i>vinyalsii</i>	COFC 57475 (Ge)	44	4x	A1	0,25	0,13	13,44	12,80	1,72
	COFC 57476 (Ge)	44	4x	B1	0,25	0,16	12,76	15,90	2,03
<i>C. dracunculifolia</i>	COFC 57447 (V)	22	2x	A1	0,30	0,13	18,15	12,58	2,28
<i>C. nigra</i> subsp. <i>nigra</i>	COFC 57473 (S)	44	4x	A1	0,18	0,12	9,58	12,48	1,19
	COFC 57465 (Na)	44	4x	A1	0,23	0,13	10,03	13,03	1,31
	COFC 57474 (Na)	22	2x	A1	0,33	0,11	20,14	11,40	2,30
<i>C. nigra</i> subsp. <i>radiata</i>	COFC 57441 (Hu)	44	4x	A1	0,22	0,14	11,80	14,25	1,70
	COFC 57442 (Na)	44	4x	B1	0,34	0,22	20,36	21,76	4,43
<i>C. nigra</i> subsp. <i>rivularis</i>	COFC 57451 (C)	22	2x	A1	0,23	0,13	16,82	12,89	2,17
	COFC 57453 (C)	22	2x	A1	0,25	0,14	12,02	13,51	1,62
	COFC 57452 (Za)	22	2x	A1	0,24	0,13	8,76	13,30	1,17
<i>C. nigra</i> subsp. <i>carpetana</i>	COFC 57471 (Av)	22	2x	A1	0,32	0,15	17,73	15,41	2,27
	COFC 57472 (Av)	22	2x	A1	0,15	0,10	5,43	9,90	0,54
<i>C. debeauxii</i>	COFC 57461 (Bi)	44	4x	A1	0,20	0,11	12,17	10,88	1,32
	COFC 57458 (Bi)	44	4x	B1	0,22	0,17	11,97	16,82	2,01
	COFC 57460 (Bi)	44	4x	B1	0,30	0,15	11,74	14,86	1,74
	COFC 57459 (SS)	44	4x	B1	0,24	0,14	12,88	13,85	1,78
<i>C. debeauxii</i> subsp. <i>nevadensis</i> (NR)	COFC 57449 (J)	22	2x	A1	0,30	0,12	17,67	11,52	2,04

Cuadro 5. STB = asimetría cariotípica (STEBBINS, 1979); A1 = asimetría intracromosómica (ROMERO ZARCO, 1986); A2 = asimetría intercromosómica (ROMERO ZARCO, l.c.); CVci = coeficiente de variación del índice centromérico (PASZKO, 2006); CVcl = coeficiente de variación de la longitud de los cromosomas; AI = índice de asimetría cariotípica (PASZKO, l.c.). R, con capítulos radiantes. NR, con capítulos no radiantes.

TAXON	Población	2n	NPL	STB	A1	A2	CVci	CVcl	AI
<i>C. debeauxii</i> subsp. <i>nevadensis</i> (R)	COFC 57450 (Te)	22	2x	A1	0,22	0,17	10,75	16,89	1,78
<i>C. exarata</i>	COFC 57494 (H)	22	2x	A1	0,30	0,15	14,51	14,60	2,10
<i>C. pectinata</i> L. subsp. <i>pectinata</i> var. <i>pectinata</i>	COFC 57477 (B)	22	2x	A1	0,26	0,13	11,35	12,97	1,47
<i>C. pectinata</i> L. subsp. <i>pectinata</i> var. <i>acutifolia</i> .	COFC 34318 (B)	22	2x	A1	0,22	0,17	16,53	17,09	2,83
	COFC 57481 (Ge)	22	2x	A1	0,23	0,13	9,10	12,69	1,16
<i>C. corcubionensis</i>	COFC 57480 (C)	2x	2x	A1	0,28	0,16	12,93	15,65	2,02
<i>C. janeri</i> subsp. <i>janeri</i>	COFC 34382 (Av)	44	4x	A1	0,21	0,12	12,03	12,28	1,48
<i>C. janeri</i> subsp. <i>babiana</i>	COFC 34376 (Le)	44	4x	A1	0,24	0,14	12,10	13,98	1,69
<i>C. janeri</i> subsp. <i>gallaecica</i>	COFC 34378 (Lu)	66	6x	B1	0,17	0,18	7,91	18,05	1,43
<i>C. emigrantis</i>	COFC 34372 (L)	22	2x	A1	0,25	0,18	22,63	17,85	4,04
<i>C. antennata</i> subsp. <i>antennata</i>	COFC 57446 (V)								
	Placa A	22	2x	A1	0,26	0,11	17,16	11,49	1,97
	Placa B	22	2x	A1	0,16	0,10	12,49	10,18	1,27
<i>C. antennata</i> subsp. <i>meridionalis</i>	COFC 57444 (Mu)	22	2x	A1	0,27	0,08	14,76	7,60	1,12
	COFC 57445 (Mu)	22	2x	A1	0,21	0,09	9,70	9,14	0,89
<i>C. linifolia</i>	COFC 57478 (L)	22	2x	A1	0,25	0,12	14,40	12,24	1,76
<i>C. hyssopifolia</i>	COFC 57457 (M)	22	2x	A1	0,22	0,14	13,64	14,50	1,97
	COFC 57440 (M)	22	2x	A1	0,22	0,14	11,32	15,50	1,75

Cuadro 5. Continuación.

de AI es 1,76. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,6 \mu\text{m} - (2,9 \mu\text{m} \pm 0,4) - 2,2 \mu\text{m}$.

21. *C. hysopifolia* Vahl, *Symb. Bot.* 1: 75 (1790)

Material estudiado.- **ESPAÑA. Madrid.** Población A: entre Chinchón y Morata de Tajuña, carretera M-311 Km 16, 20.VI.07, *Arnelas & Devesa* (COFC 57457, $2n = 22$). Población B: entre San Martín de la Vega y Pinto, cerca de la cantera de yesos, 20.VI.07, *Arnelas & Devesa* (COFC 57440, $2n = 22$). Población C: **Toledo.** Ontígola, El Mirador, 20.VI.07, *Arnelas & Devesa* (COFC 57439, $n = 11$).

Se han estudiado 3 poblaciones de esta especie, encontrándose $2n = 22$ (Fig. 10 C-D) y $n = 11$, número coincidente con el indicado por VALDÉS-BERMEJO & GÓMEZ GARCÍA (1976) en plantas de Aranjuez, Madrid (Cuadro 2).

La fórmula cromosómica obtenida en placas metafásicas mitóticas de dos de las poblaciones estudiadas es la misma: $10m + 1 sm^{sat}$. La asimetría cariotípica es de tipo A1 en ambos casos; en ambas poblaciones el índice de asimetría intracromosómica A1 es 0,22 y el de asimetría intercromosómica A2 es 0,14; los valores de AI son 1,97 para la población A y 1,75 para la población B. El tamaño de los cromosomas viene definido por los valores $3,4 \mu\text{m} - (2,5 \mu\text{m} \pm 0,4) - 2,1 \mu\text{m}$ (población A) y $4,7 \mu\text{m} - (3,7 \mu\text{m} \pm 0,5) - 2,5 \mu\text{m}$ (población B).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los táxones estudiados de las secciones *Jacea* y *Leptanthus* están de acuerdo en la mayoría de los casos con los antecedentes disponibles (Cuadros 1 y 2).

En el caso de los táxones estudiados del complejo de *C. jacea* (véase Cuadro 4), *C. jacea* subsp. *jacea* y *C. jacea* subsp. *vinyalsii* tienen un origen tetraploide ($4x$, $2n = 44$), mientras que *C. dracunculifolia* ($2x$, $2n = 22$) es diploide. Los citótipos tetraploides se comportan como diploidizados, toda vez que en la meiosis sólo se forman bivalentes en los casos en que se ha podido estudiar. De acuerdo con GARDOU (1972 b) esta es la situación general en el grupo, en donde los tetraploides se encuentran mucho más extendidos que los táxones diploides, por su mayor capacidad para colonizar nuevos ambientes.

En lo concerniente al complejo de *C. nigra*, también aquí se han observado citótipos diploides y tetraploides, aunque en este caso con una frecuencia más equilibrada, en concordancia con los antecedentes disponibles; no obstante, dada la dificultad taxonómica del grupo, los recuentos previos han de ser tomados con cierta cautela ante la imposibilidad de haber cotejado la bondad de las

identificaciones. Para *C. nigra* var. *nigra* se han detectado los niveles diploide ($2n = 22$) y tetraploide ($2n = 44$), ya indicados previamente (véase Cuadro 1), mientras que en la var. *radiata* -estudiado por vez primera con material peninsular- las poblaciones estudiadas han presentado siempre $2n = 44$. Por otro lado, las subespecies *rivularis* y *carpetana* son constantemente diploides ($2n = 22$), como ya se había indicado en estudios previos con plantas portuguesas y de Ciudad Real (GARDOU, 1972 b), respectivamente. Para *C. debeauxii* el número encontrado ha sido $2n = 22$ en el caso de la subsp. *nevadensis*, recuento novedoso para la Península Ibérica, y también $2n = 44$ en la subsp. *debauxii*, si bien para la última se han señalado también citótipos diploides (GARDOU, 1972 b; véase Cuadro 1).

A diferencia de la sect. *Jacea*, en la sección *Lepteranthus* el citótipo diploide ($2n = 22$) es el más común (véanse Cuadros 2, 4 y 5), situación que se ha encontrado en el material estudiado mas con varias excepciones: *C. janeri* subsp. *janeri* ($2n = 44, 4x$), *C. janeri* subsp. *babiana* ($2n = 44, 4x$) y *C. janeri* subsp. *gallaecica* ($2n = 66, 6x$). Estos resultados son coincidentes con los llevados a cabo por otros autores en taxones extrapeninsulares pertenecientes a esta sección, siendo el citótipo diploide el más común con ciertas excepciones (KOUTECKÝ, 2007). De los 11 táxones estudiados de esta sección (Cuadro 4) cinco lo han sido por vez primera desde este punto de vista (*C. pectinata* subsp. *pectinata* var. *acutifolia*, *C. janeri* subsp. *janeri*, *C. janeri* subsp. *babiana*, *C. emigrantis* y *C. antennata* subsp. *antennata*), uno es la primera vez que se estudia con material peninsular (*C. pectinata* subsp. *pectinata* var. *pectinata*), y de cuatro de ellos se disponía de información previa (*C. corcubionensis*, *C. janeri* subsp. *gallaecica*, *C. antennata* subsp. *meridionalis* -véase comentario en los resultados-, *C. linifolia* y *C. hyssopifolia*; Cuadro 2).

De interés son los resultados en relación con el complejo de *C. janeri*, para el que se reconocen 3 subespecies: la subsp. *janeri* (Fig. 8), del C de España, que incluye plantas tetraploides, con $2n = 44$; la subsp. *babiana*, del NW peninsular, con igual número cromosómico pero con claras diferencias morfológicas y áreas disjuntas, y la subsp. *gallaecica*, endemismo gallego que integran plantas hexaploides ($6x, 2n = 66$; Fig. 9), si bien hay un recuento previo de GARCÍA MARTÍNEZ (2000) en plantas de Pontevedra, para las que indica $2n = 44$, aunque el testigo no ha podido ser estudiado.

El tamaño de los cromosomas (Cuadro 4), con las limitaciones que obviamente tiene el carácter, no parece discriminante ni entre grupos ni atendiendo al nivel de ploidía. Varía entre 1,4 y 4,4 μm en el complejo de *C. jacea*, entre 1,3 y 5,5 μm (hasta 8 μm en *C. nigra* var. *radiata*) en el de *C. nigra*, y entre 1,5 μm y 4,7 μm en los táxones de la sección *Lepteranthus*. Los cromosomas pueden calificarse de medianamente pequeños en el complejo de *C. jacea* y de la sección *Lepteranthus*, o medianamente grandes en algunos táxones del

complejo de *C. nigra*, de acuerdo con la terminología de STEBBINS (1937). En todos los casos hay un neto predominio de cromosomas metacéntricos y, en menor medida, submetacéntricos (Cuadro 4), una situación muy parecida a la señalada en los táxones de *Centaurea* sect. *Centaurea* (LÓPEZ & DEVESA, 2008).

La asimetría cariotípica, de acuerdo con la clasificación de STEBBINS (1971), es de tipo A1, con la excepción de algunos táxones poliploides –o de algunas de las poblaciones estudiadas de éstos– en que es de tipo B1 (una población de *C. nigra* var. *radiata*, 3 poblaciones de *C. debeauxii* subsp. *debeauxii* y *C. janeri* subsp. *gallaecica*; Cuadro 5). El grado de simetría en el grupo es, pues, elevado, supuestamente reflejando poca especialización siguiendo las ideas de STEBBINS (1971), lo que no parece estar en consonancia con las características del grupo, en el que otros mecanismos como las traslocaciones, de gran importancia y ya conocidos en el género (GARCIA-JACAS & al., 1996), han debido contribuir al aumento de simetría.

Algo más resolutivos son los valores de los índices de asimetría intracromosómica (A1) e intercromosómica (A2) recogidos en la Cuadro 5, si bien no se dispone de información determinante para sacar conclusiones de interés taxonómico. El índice A1 oscila básicamente entre 0,2 y 0,3, con pequeñas desviaciones (p.ej., 0,18 en *C. nigra* subsp. *nigra*; 0,15 *C. nigra* subsp. *carpetana*; 0,16 en la placa mitótica B de la población estudiada de *C. antennata* subsp. *antennata*), apuntando el predominio de cromosomas metacéntricos. Los valores del índice de asimetría intercromosómica A2 oscilan básicamente entre 0,12 y 0,17, de donde se infiere que la longitud total de los cromosomas –con independencia del número de ellos– es similar en buena parte de los táxones, observándose la máxima variación por ejemplo en *C. nigra* var. *radiata* (COFC 57442, A2 = 0,22), y la mínima por ejemplo en *C. antennata* subsp. *meridionalis* (A2 = 0,08 y 0,09), *C. antennata* subsp. *antennata* (A2 = 0,10), *C. debeauxii* subsp. *debeauxii* (COFC 57461, A2 = 0,11) y en una de las poblaciones estudiadas de *C. nigra* subsp. *carpetana* (COFC 57472, A2 = 0,10).

Finalmente, los valores calculados del índice de asimetría de PASZKO (2006) (Cuadro 5) ponen de manifiesto en general bajas asimetrías, pues su valor oscila entre 1,19 y 2,8. El cariotipo más simétrico lo presenta la población B (COFC 57472) de *C. carpetana*, con un valor AI de 0,54, y los cariotipos más asimétricos *C. nigra* subsp. *radiata* (AI = 4,43; COFC 57442) y *C. emigrantis* (AI = 4,04; COFC 34372).

BIBLIOGRAFÍA

- BAKSAY, L. (1958). The chromosome numbers of Ponto-Mediterranean plant species. *Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl. Hung.* **50**: 121-125.

- BANCHEVA, S. T. (1998). Mediterranean chromosome number reports 8 (970-976). *Fl. Medit.* **8**: 273-280.
- BLANCA, G. (1980). Notas cariosistemáticas en el género *Centaurea* L. Sect. *Acrocentroides* Willk. I. *Anales Jard. Bot. Madrid* **36**: 349-369.
- (1981 a). Revisión del género *Centaurea* L. Sect. *Willkommia* G. Blanca, nom. nov. *Lagasalia* **10**: 131-205.
- (1981 b). Estudios taxonómicos en el género *Centaurea* L. Sección *Willkommia* G. Blanca: Palinología. *Bot. Macaron.* **8-9**: 103-118.
- (1981 c). Notas cariosistemáticas en el género *Centaurea* L. sect. *Willkommia* G. Blanca. II. Conclusiones. *Anales Jard. Bot. Madrid* **38(1)**: 109-125.
- (1983). Números cromosómicos de plantas occidentales, 234-238. *Anales Jard. Bot. Madrid* **40**: 257-261.
- BRAMWELL, D., C. J. HUMPHRIES & B. G. MURRAY (1972). Chromosome studies in the flora of Macaronesia. *Bot. Not.* **125**: 139-152.
- , C. J. HUMPHRIES & B. G. MURRAY & J. OWENS (1971). Chromosome numbers in plants from the Canary islands. *Bot. Not.* **124**: 376-382.
- BRIQUET, J. (1931) *Mónographie des Centaureés des Alpes Maritimes*. In E. BURNAT (ed.) *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes*. Bale, Genève.
- CONSTANTINIDIS, T. & G. KAMARI (1995). Mediterranean chromosome number reports 5 (401-414). *Flora Medit.* **5**: 265-278.
- DAMBODLT, J. & U. MATTHÄS (1975). Chromosomezahlen einiger mediterraner und mitteleuropäischer *Centaurea*-Arten (Asteraceae). *Pl. Syst. Evol.* **123**: 107-115.
- & U. MATTHÄS (1979). Karyologische Untersuchungen an *Centaurea* (sect. *Phalolepis*) *pawlowskii* (Compositae). *Bot. Jahrb. Syst.* **100(3)**: 406-413.
- DIPALI, A. K. S. (1967). Chromosome studies in the genus *Centaurea*. *Folia Biol. (Cracow)* **15**: 191-207.
- DRUSKOVIC, B. & M. LOVKA (1995). IOPB chromosome data 9. *Int. Org. Plant Biosyst. Newsletter* **24**: 15-19.
- DVORAK, K., B. DADAKOVA & I. RUZICKA (1979). Chromosome morphology of the Czechoslovak of the Genus *Scorzonera*. *Folia Geobot. Phytotax. Bohem.*, **14**: 185-199.
- DYDAK, M., B. KOLANO, T. NOWAK, D. SIWINSKA & J. MALUSZYNSKA (2009). Cytogenetic studies of three European species of *Centaurea* L. (Asteraceae). *Hereditas* **146**: 152-161.
- FAVARGER, C. & K. L. HUYNH (1964). *Centaurea*. In Á. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports, II. *Taxon* **13(6)**: 208.
- 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. (1976). Números cromosómicos de plantas Españolas III. *Lagasalia* **6(1)**: 91-96.
- & M. J. FERNÁNDEZ MORALES (1979). *Centaurea lainzii*, un triploide natural. *Mém. Soc. Bot. Genève* **1**: 115-122.
- , G. GARCÍA & S. PAJARÓN (1979). Números cromosómicos para la flora española. 91-92. *Lagasalia* **9(1)**: 118-119.
- , F.J. & A. SUSANNA (1986). Monografía de la sección *Chamaecyanus* Willk. del género *Centaurea* L. *Treb. Inst. Bot. Barcelona* **10**.
- FERNÁNDEZ MORALES, M. J. (1974). *Estudios citogenéticos en especies españolas del género Centaurea*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada.

- 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).
- GADELLA, T. W. J. & E. KLIPHUIS (1966). Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands II. *Proc. Roy. Neth. Acad. Sci. Ser. C.* **69**: 541-556.
- & E. KLIPHUIS (1968). Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands IV. *Proc. Roy. Neth. Acad. Sci. Ser. C.* **71**: 168-183.
- GARCIA-JACAS, N. (1992). *Estudi taxonòmic i biosistemàtic de les espècies del gènere Centaurea L. sect. Acrocentron*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Barcelona.
- & A. SUSANNA (1992). Karyological notes on *Centaurea* sect. *Acrocentron*. *Pl. Syst. Evol.* **179**: 1-18.
- , A. SUSANNA, T. GARNATJE & R. VILARTESANA (2001). Generic Delimitation and Phylogeny of the Subtribe Centaureinae (Asteraceae): A Combined Nuclear and Chloroplast DNA Analysis. *Ann. Bot. (Oxford)* **87**: 503-515.
- , A. SUSANNA & R. ILARSLAN (1996). Aneuploidy in Centaureinae (Compositae): is $n = 7$ the end of the series?. *Taxon* **45**: 39-42.
- , A. SUSANNA & R. ILARSLAN & H. ILARSLAN (1997). New chromosome counts in subtribe Centaureinae (Asteraceae: Cardueae) from West Asia. *Bot. J. Linn. Soc.* **125**: 343-349.
- , A. SUSANNA & V. MOZAFFARIAN (1998 a). New chromosome counts in the subtribe Centaureinae (Asteraceae, Cardueae) from West Asia, III. *Bot. J. Linn. Soc.* **128**: 413-422.
- , 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.
- , A. SUSANNA, R. VILARTESANA, R. & M. GUARA (1998 b). New chromosome counts in the subtribe Centaureinae (Asteraceae, Cardueae) from West Asia, II. *Bot. J. Linn. Soc.* **128**: 403-412.
- , T. UYSAL, K. ROMASCHENKO, V. N. SUAREZ-SANTIAGO, K. ERTUGRUL & A. SUSANNA (2006) *Centaurea* revisited: a molecular survey of the *Jacea* group. *Ann. Bot.* **98**(4): 741-753.
- GARCÍA MARTÍNEZ, X. R. (2000). Números cromosómicos de plantas occidentales, 818-826. *Anales Jard. Bot. Madrid* **58**(1): 163.
- GARDOU, C. (1962). Nouvelles observations sur les types diploides de *Centaurea jacea* L. ssp. *angustifolia* Greml. *Rev. Cytol. Biol. Vég. Botaniste* **25**: 367-372.
- (1969). Caryosystématique des Centaurées de la section *Acrocentron* Cass. *Bull. Soc. Bot. France* **116**: 29-38.
- (1972 a). In Á. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome numbers reports XXXVII. *Taxon* **21**: 495-500.
- (1972 b). Recherches biosystématiques sur la section *Jacea* Cass. et quelques sections voisines du genre *Centaurea* L. en France et dans les régions limitrophes. *Feddes Repert.* **83**: 311-472.
- GEORGIADIS, T. & D. PHITOS (1976). Contribution à l'étude cytotoxonomique du genre *Centaurea* L. (sectio *Acrolophus* (Cass.) DC.) en Grèce. *Biol. Écol. Médit.* **3**(1): 13-16.
- GUINOCHE, M. (1956 a). Sur une forme dyploide remarquable de *Centaurea jacea* L. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, Sér. 3, Sci. Vie* **243**: 1783-1785.

- GUINOCHET, M. (1956 b). Sur l'existence d'une forme systématique normalement trisomique chez *Centaurea paniculata* L. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, Sér. 3, Sci. Vie* **243**: 2130-2132.
- (1957 a). Quelques remarques sur les relations cytogénétiques entre les *Centaurea montana* L. et *triumfetti*. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, Sér. 3, Sci. Vie* **244**: 1950-1952.
- (1957 b). Contribution à l'étude caryologique du genre *Centaurea* L. sens. lat. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* **48**: 282-300.
- & J. FOISSAC (1962). Sur les caryotypes de quelques espèces du genre *Centaurea* L. et leur signification taxonomique *Rev. Cytol. Biol. Vég. Botaniste* **25**: 373-389.
- HARDY, O. J., S. VANDERHOEVEN, P. MEERTS & X. VEKEMANS (2000). Spatial autocorrelation of allozyme and quantitative markers within a natural population of *Centaurea jacea* (Asteraceae). *J. Evol. Biol.* **13**: 656-667.
- HELLWIG, F., C. OBERPRIELER, R. VOGT & G. WAGENITZ (1994). Chromosome numbers of north African phanerogams. III. Some counts in *Centaurea* (Compositae, Cardueae). *Willdenowia* **24**: 249-254.
- HILPOLD, A., N. GARCIA-JACAS, R. VILATERSANA & A. SUSANNA (2009). Two additions to the *Jacea-Lepteranthus* complex: parallel adaptation in the enigmatic species *Centaurea subtilis* and *C. exarata*. *Collect. Bot.* **28**: 19-30.
- IPCN. Index to Plant Chromosome Numbers, Missouri Botanical Garden <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/ipcn.html>
- KAPOOR, B. M. & S. RAMCHARITAR (1982). In Á. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports LXXVI. *Taxon* **31**: 596-597.
- KOUTECKÝ, P. (2007). Morphological and ploidy level variation of *Centaurea phrygia* agg. (Asteraceae) in the Czech Republic, Slovakia and Ukraine. *Folia Geobot.* **42(1)**: 77-102.
- KUZMANOV, B.S.G. & S. GEORGIEVA (1977). In Á. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports LVII. *Taxon* **26**: 443-452.
- & S. GEORGIEVA (1987). In Á. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports LXXXIV. *Taxon* **36**: 284.
- , S. GEORGIEVA & V. A. NIKOLOVA (1986). Chromosome numbers of Bulgarian flowering plants. I. Fam. Asteraceae. *Fitologija* **31**: 71-74.
- , D. NINOVA & S. GEORGIEVA (1979). In Á. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports LXIV. *Taxon* **28**: 408.
- , D. NINOVA & S. GEORGIEVA (1981). In Á. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports LXXII. *Taxon* **30**: 702.
- LEVAN, A., K. FREDGA & A. A. SANDBERG (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* **52**: 201-220.
- LIPPERT, W. & G. R. HEUBL (1988). Chromosomenzahlen von Pflanzen aus Bayern und angrenzenden Gebieten: [Teil 1]. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **59**: 13-22.
- LÓPEZ, E. & J. A. DEVESA (2008). Contribución al conocimiento cariológico del género *Centaurea* L. (Asteraceae) en la Península Ibérica. *Acta Bot. Malac.* **33**: 69-90.
- LÖVKVIST, B. & U. M. HULTGÅRD (1999). Chromosome numbers in south Swedish vascular plants. *Opera Bot.* **137**: 1-42.
- LOVRIC, A.-Z. (1982). In Á. LÖVE (ed.) IOPB chromosome number reports LXXVII. *Taxon* **31**: 762-775.
- MARDSEN-JONES, E. M. & W. B. TURRILL (1937). Genetical studies in *Centaurea scabiosa* L. and *Centaurea collina* L. *J. Genet.* **34**: 487-495.

- MARDSEN-JONES, E. M. & W. B. TURRILL (1954). *British knapweeds. A study in synthetic taxonomy*. London.
- MATTHÄS, U. (1976). Zur Cytotaxonomie von *Centaurea subciliaris* Boiss. & Heldr. (Sektion Phalolepis (Cass.) DC.) und verwandter Sippen im europäischen Mittelmeergebiet. I. *Bot. Jahrb. Syst.* **95**: 418-434.
- MOORE, D. M. (1982). *Flora Europaea check-list and chromosome index*. Cambridge. University Press, Cambridge.
- MOORE, R. J. (1968). In Á. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, XVIII *Taxon* **17**: 421.
- MORINAGA, T., T. KANO, Y. MARUYANA & Y. YAMASAKI (1929). Chromosome numbers of cultivated plants II. *Bot. Mag. (Tokyo)* **43**: 589-594.
- MORTON, J.K. (1981). Chromosome numbers in Compositae from Canada and the U.S.A. *Bot. J. Linn. Soc.* **82**: 357-368.
- OCHSMANN, J. (1999). Chromosomenzahlen einiger europäischer *Centaurea*-Sippen. *Haussknechtia* **7**: 59-65.
- PARRA, R., B. VALDÉS, A. ÁLVAREZ, J. VILLARREAL & J. ROLDÁN (1998). Números cromosómicos para la flora española. *Lagasalia* **20**: 302-308.
- PASZKO, B. (2006). A critical review and a new proposal of karyotype asymmetry indices. *Pl. Syst. Evol.* **258**: 39-48.
- PHITOS, D. (1970). Zur polyploidie in der Gattung *Centaurea* L. Sektion Acrocentron. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **83**: 69-74.
- (1971). Cytotaxonomische studien des griechischen *Centaurea*-Arten. Sektion Acrocentron (Compositae). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **84**: 255-259.
- 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.
- (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.
- PRETEL, A. (1976). Procedimiento para facilitar el estudio de cromosomas en materiales vegetales difíciles. *Cuad. Ci. Biol.* **5**: 53-60.
- QUEIRÓS, M. (1973). Contribuição para o conhecimento citotaxonomico das Spermatophyta de Portugal. II. Compositae. *Bol. Soc. Brot.*, **47 Supl.**: 299-314.
- ROMERO ZARCO, C. (1986). A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon* **35**: 526-530.
- ROY, B. (1938). Chromosome numbers in some species and hybrids of *Centaurea*. *J. Genetics.* **35**: 85-95.
- RUNEMARK, H. (1967). Studies in the Aegean flora. XII. Cytologic and morphologic investigations in *Centaurea*. *Bot. Not.* **120**: 161-176.
- SHARKOVA, S. T. F. M. (1996). Mediterranean chromosome number reports 6. Report (767-772). *Fl. Medit.* **6**: 328-333.
- ŠILJAK-YAKOVLEV, S. (1986). *Etude cytogénétique et palynologique de Compositae endémiques ou reliques de la flore yougoslave*. Thesis, University of Paris-Sud, Paris.
- SNOW, R. (1963). Alcoholic hydrochloric acid-carmin as a stain for chromosomes in squash preparations. *Stain Technol.* **38**: 9-13.
- STEBBINS, G. L. (1937). Cytological characteristics associated with the different growth habits in the dicotyledons. *Amer. J. Bot.* **25 (3)**: 189-198.

- STEBBINS, G. L. (1971). *Chromosomal evolution in higher plants*. Edward Arnold, London.
- SUSANNA, A., E. ARSLAN, K. ROMASCHENKO, K. ERTUGRUL, N. GARCIA JACAS & T. UYSAL (2004). New chromosome counts in the *Centaurea jacea* group (Asteraceae, Cardueae) and some related taxa. *Bot. J. Linn. Soc.* **145**: 345-352.
- TJIO, J. H. & 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.
- UYSAL, T., K. ERTUĞRUL, A. SUSANNA & N. GARCIA-JACAS (2009). New chromosome counts in the genus *Centaurea* (Asteraceae) from Turkey. *Bot. J. Linn. Soc.* **159**: 280-286.
- VALDÉS-BERMEJO, E. (1980). Numeros cromosomaticos de plantas occidentales. 1-34. *Anales Jard. Bot. Madrid*. **36**: 373-389.
- & J. GÓMEZ GARCÍA (1976). Notas cariosistémáticas sobre la flora española. *Acta Bot. Malac.* **2**: 39-50.
- & S. CASTROVIEJO (1979). Comentarios cariosistemáticos sobre algunas plantas de los Picos de Europa. *Mem. Soc. Bot. Genève* **1**: 83-98.
- VERLAQUE, R., M. SEIDENBINDER & P. DONADILLE (1983). Recherches cytotaxonomiques sur la spéciation en région Méditerranéenne I: espèces a nombre chromosomique stable. *Biol. Écol. Médit.* **10**: 273-289.
- WAGENITZ, G. (1955). Pollenmorphologie und Systematic in der Gattung *Centaurea* L. s.l. *Flora* **142**: 213-279.
- WULFF, H. D. (1937) Chromosomenstudien an der schleswigholsteinischen Angiosperm-Flora I. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **55**: 262-269.