

VARIABILIDAD CROMOSOMICA DE LAS GENISTEAS DE LA FLORA ESPAÑOLA EN RELACION CON SU ECOLOGIA. I. NUMERO Y COMPORTAMIENTO DE LOS CROMOSOMAS DURANTE LA MEIOSIS.

C. GENEROS *CHRONANTHUS* (DC.) C. KOCH, *ADENOCARPUS* DC. Y *ERINACEA* ADANSON

A. SAÑUDO

Departamento de Genética, Facultad de Ciencias, Granada

(Recibido el 5 de octubre de 1973)

Resumen. Se hace en este estudio un análisis del comportamiento meiótico de los taxones españoles de los géneros *Chronanthus*, *Adenocarpus* y *Erinacea*, determinando el número y tipos de configuraciones cromosómicas en primera metafase y la frecuencia de anomalías, resumiendo los resultados en forma de cuadro. Se da por primera vez el número cromosómico $n = 25$, común a todos los taxones incluidos en el género *Chronanthus*, pertenecientes a diferentes poblaciones, que son considerados como poliploides secundarios derivados de formas con $2n = 24$ (actualmente vivientes en el N de Africa) por duplicación cromosómica, seguida de la adición de dos cromosomas extra (polisomía). Dado que los diferentes taxones de la flora española tienen todos $n = 25$ cromosomas y un comportamiento meiótico regular, se considera también que la diferenciación del género dentro del ámbito peninsular debe ser el resultado de la acumulación de mutaciones génicas y de la influencia de los cromosomas extra, que pueden no ser los mismos para los diferentes taxones. Se dan por primera vez los números cromosómicos de *Erinacea anthyllis* ($n = 26$) y *Adenocarpus decorticans* ($n = 26$), a la vez que se precisa el número cromosómico de los restantes taxa del género *Adenocarpus* de la flora española, algunos de los cuales tenían asignados dos números cromosómicos, $2n = 52$ y $2n = 54$.

Summary. Meiosis was analysed in Spanish species of *Chronanthus*, *Adenocarpus* and *Erinacea* (Leguminosae). The tabulated results give numbers and types of chromosome metaphase configurations and the frequency of chromosome aberrations at different stages of meiosis. All Spanish representatives of *Chronanthus* have $n = 25$, reported here for the first time, and are considered to be secondary polyploids derived from plants with $2n = 24$ (known in N. Africa) by chromosomal duplication followed by the addition of a further pair of chromosomes (polysomy). In view of their identical chromosome numbers it is considered that differentiation among the Spanish representatives of *Chronan-*

thus results from gene mutations and the influence of the extra pair of chromosome, which may not be the same in all taxa. Chromosome numbers of *Erinacea anthyllis* ($n = 26$) and *Adenocarpus decorticans* ($n = 26$) are reported for the first time, while further data are provided for taxa studied by previous authors.

INTRODUCCION

No tenemos ninguna referencia de que se hayan hecho estudios cariológicos en *Erinacea anthyllis* Link. Sobre *Chronanthus biflorus* (Desf.) Frodin & Heywood existe, en cambio, un recuento cromosómico de CASTRO (1949) hecho en mitosis somáticas de meristemos radicales, pero el número cromosómico dado ($2n = 24$) no se corresponde con el hallado por nosotros, $n = 25$, en plantas pertenecientes a distintas poblaciones y variedades de la flora española, por lo que cabe pensar en la existencia de por lo menos dos razas cromosómicas. En relación con el género *Adenocarpus*, hay un trabajo reciente de HORJALES (1972), que hace recuentos en mitosis somáticas y en meiosis, hallando para algunas especies dos números cromosómicos $2n = 52$ y $2n = 54$. Con anterioridad, GILOT (1965) había dado el número $2n = 52$ para *A. complicatus* (L.) Gay, y LARSEN (1958, 1960) atribuyó los números $2n = 46$ y $2n = 48$ a la especie canaria *A. viscosus* Webb, mientras que FHRAN-LELIVED (1969) indicó $2n = 48$ para la especie africana *A. mannii* Hook. fil. En el presente estudio de cromosomas en meiosis de los *Adenocarpus* de la flora española se han obtenido preparaciones de metafases-I de claridad suficiente para poder precisar, más allá de toda duda razonable, el número $n = 26$ para todas las especies (Lámina I). La utilización de semillas y el recuento cromosómico en mitosis somáticas de meristemos radicales en la especie canaria *A. foliolosus* Aiton, nos da también el número $2n = 52$, que corresponde con el hallado por HORJALES (1972).

MATERIAL Y METODOS

Para el análisis meiótico de las especies de *Chronanthus* y *Adenocarpus*, se ha hecho necesario introducir algunos cambios en la técnica usada para otras Genisteas. En las fijaciones de los botones florales se sustituyó el ácido acético por el propiónico, y para la coloración de los cromosomas se empleó la orceína propiónica en lugar de la orceína acética. Por lo demás, no hay variaciones en relación con las técnicas usadas en los análisis precedentes de esta serie (SAÑUDO, 1971, 1972). Los botones florales, fijados in situ, corresponden en todos los casos a plantas silvestres cuya procedencia para cada taxon se indica en el cuadro adjunto.

Las plantas herborizadas, acompañadas de microfotografías de diferentes fases de la meiosis, quedan depositadas en el Departamento de Genética de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada.

OBSERVACIONES

Tanto las plantas del género *Chronanthus* como las de los géneros *Adenocarpus* y *Erinacea* ponen de manifiesto en meiosis un comportamiento cromosómico regular de diploides, observándose en términos generales, durante las diaquinesis y primera metafase, la formación de un número de configuraciones bivalentes igual a la mitad del número somático de cromosomas, es decir, n II (véase el cuadro adjunto). En *Erinacea* y *Adenocarpus*, particularmente en *A. complicatus* subsp. *aureus*, son patentes asociaciones secundarias de varias parejas de bivalentes, mientras que en algunas plantas de *Chronanthus*, por ejemplo en las procedentes de Zaragoza, se observan a menudo 2 III, y 1 IV en las procedentes de la Sierra de Lújar, particularidades que atribuimos a su origen poliploide y a su carácter polisómico.

Entre las plantas de *Chronanthus*, las procedentes de Puerto Lope (Granada) ofrecen una frecuencia mayor de anomalías cromosómicas, consistentes en aglutinación intensa en M-I, con formación de puentes y fragmentos cromosómicos, micronúcleos y anomalías en el estado de tetradas, consecuencia probablemente de los fenómenos de aglutinación. Se observan también en estas mismas plantas esporocitos gigantes con números muy altos de cromosomas, que atribuimos a fenómenos de restitución nuclear. En las plantas de *Chronanthus biflorus* procedentes de la Sierra de Lújar se observan 2 bivalentes asociados al nucleolo, y en las demás 3. Los bivalentes pueden tener 1 a 3 quiasmas en las plantas de *Chronanthus*, mientras que se observan solamente 1 a 2 en las de *Adenocarpus* y *Erinacea*.

DISCUSION

En contraste con el Género *Genista* y con los restantes géneros de la tribu *Genisteas* estudiados en los trabajos precedentes de esta serie, en los cuales se pone claramente en evidencia la importancia desempeñada por los cambios numéricos de los cromosomas en la diferenciación del género y en la formación de taxones diferentes, todos los taxones de la flora española pertenecientes a los géneros *Chronanthus* y *Adenocarpus* que han sido descri-

Taxones	Localidad	N.º de regis.	N.º de II	n	% de anom.	N.º de céfal.	Fert. polen %	Recuent. otros aut. (N = nuevo)	Ø medio del polen (en µ)
<i>Chronanthus biflorus</i> (Desf.) Frodin & Heywood									
var. <i>biflorus</i>	Zaragoza	G-59	25	25	11	152	87	N	30
» »	El Fargue (Granada)	G-60	25	25	2	52	—	N	28,5
» »	Puerto Lope (Granada)	G-61	25	25	12	339	—	N	28,5
» »	Sierra de Lújar (Granada)	G-62	25	25	9	258	95	N	31,32
var. <i>apiculatus</i> Porta & Rigo	Vélez Rubio (Almería)	G-63	25	25	4,7	191	85	N	—
var. <i>plumosus</i> (Boiss.) Willk.	Serranía de Ronda (Málaga)	G-64	25	25	9	120	97	N	30,42
<i>Adenocarpus complicatus</i> (L.) Gay									
subsp. <i>complicatus</i>	Cilleruelo de Bezana (Burgos)	Ad-1	26	26	—	—	99	2n=52, 54	—
subsp. <i>aureus</i> (Cav.) C. Vicioso	Talavera de la Reina (Toledo)	Ad-2	26	26	—	—	99	2n=52, 54	24,5
subsp. <i>commutatus</i> (Guss.) Coutinho	Miraflores de la Sierra (Madrid)	Ad-3	26	26	—	—	—	N	—
<i>Adenocarpus telonensis</i> (Lois.) DC.	Santa Elena (Jaén)	Ad-4	26	26	5	165	—	2n=52	24
<i>A. hispanicus</i> (Lam.) DC.									
subsp. <i>hispanicus</i>	Los Molinos (Madrid)	Ad-5	26	26	1	167	95	2n=52	23,5
subsp. <i>argyrophyllus</i> Rivas Goday	Puerto Miravete (Cáceres)	Ad-6	26	26	—	—	98	2n=52,54	24,8
<i>A. decorticans</i> Boiss.	Sierra de Lújar (Granada)	Ad-7	26	26	6	200	93	N	24,3
<i>A. foliosus</i> Aiton	Entre Moya y Guía (Gran Canaria)	Ad-8	—	2n=52	—	—	—	2n=52	—
<i>Erinacea anthyllis</i> Link	Granada	G-Ad-65	26	26	2,5	281	96	N	28

Número cromosómico, fertilidad del polen y frecuencia de anomalías en meiosis de los distintos taxones estudiados.

tos por los taxonomistas tienen el mismo número cromosómico, $n = 25$ en *Chronanthus* y $n = 26$ en *Adenocarpus*. CASTRO (1949) halló el número $2n = 24$ en *C. biflorus* (*Cytisus fontanesii* Spach ex Ball) utilizando semillas del Jardín Botánico de Edinburgo y haciendo recuentos cromosómicos en mitosis somáticas. Aunque desconocemos el origen de las plantas del Jardín Botánico mencionado, creemos que fueron recolectadas en el N. de Africa, lo que nos induce a considerar que el número cromosómico básico de *Chronanthus* debe de ser $x = 12$. El comportamiento cromosómico de las plantas analizadas, pertenecientes a siete poblaciones, muy distintas entre sí algunas de ellas, y entre las cuales se cuentan las variedades *apiculatus* y *plumosus*, no revela ninguna particularidad que nos permita atribuir su diferenciación a cambios estructurales mayores, por lo que me inclino a pensar que la diferenciación del género *Chronanthus*, dentro del ámbito peninsular, debe de ser el resultado de la acumulación de mutaciones génicas, a las cuales pueden haberse sumado pequeños cambios estructurales que no afectan de una manera visible al apareamiento cromosómico ni pueden ser detectados, por tanto, en la observación microscópica.

La variabilidad morfológica o fenotípica entre algunas de las plantas estudiadas de diferentes poblaciones es, en algunos casos, sorprendente. Concretamente, las plantas procedentes de Sierra de Lújar (Granada) están actualmente en estudio, creyendo FERNÁNDEZ CASAS y el autor que ofrecen características morfológicas suficientemente importantes para utilizarlas como base para el establecimiento de un nuevo taxon.

La existencia de *Chronanthus* con $2n = 24$ (CASTRO, 1949) permite atribuir a las especies españolas de este género, con $n = 25$, el carácter de poliploides secundarios, derivados de antepasados de $2n = 24$ por duplicación cromosómica y subsiguiente adición de dos cromosomas más. Como en otras ocasiones similares que hemos encontrado en el análisis de las genisteas, creo que su origen puede ser atribuido a la acción de la selección natural sobre los diferentes segregantes que debieron producirse a expensas de los poliploides recientemente formados, con formación de nuevos equilibrios genotípicos, en este nivel $n = 25$, de gran eficiencia biológica. Los fenómenos de asociación secundaria observados para algunos bivalentes revelan este carácter poliploide, mientras que la presencia en algunos casos de trivalentes o tetravalentes en diacinesis y primera metafase constituyen indicaciones de su carácter polisómico. Se comprende que los dos cromosomas adicionales al número resultante de la duplicación de los antepasados de $2n = 24$ pueden ser diferentes para plantas de distintas poblaciones y, por tanto, responsables de una parte de la variabilidad observada en las mismas. En cualquier caso, la

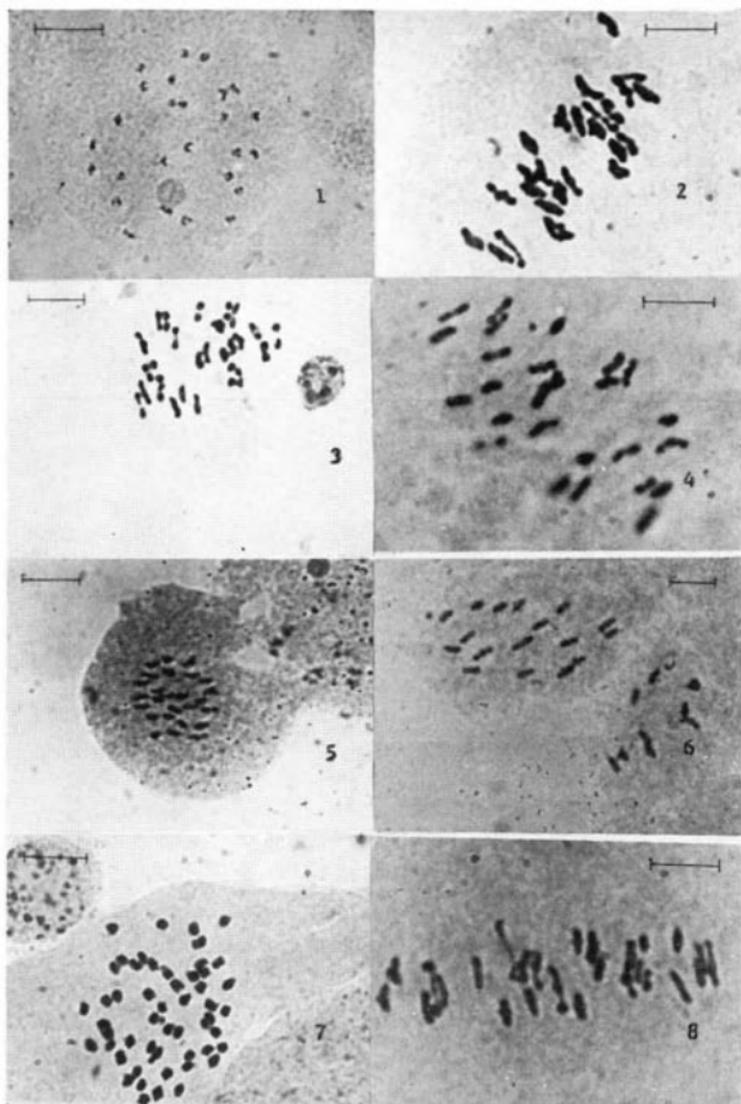
regularidad del comportamiento de los cromosomas durante la meiosis, en correspondencia con la fertilidad alta observada para los granos de polen, pone de manifiesto el equilibrio del genotipo y la estabilidad de las especies.

El mismo razonamiento creo puede aplicarse a la diferenciación de los diferentes taxones de la flora española incluidos en el género *Adenocarpus*, en los que se repite el número $n = 26$. Aunque no se ha encontrado todavía ninguna especie con $2n = 24$, el número $2n = 48$ de la especie africana *A. mannii* (FHRAN-LELIVED, 1969) y de la especie canaria *A. viscosus* (LARSEN, 1960), nos permite atribuir al género *Adenocarpus* el número básico $x = 12$.

Agradecimientos. Deseo agradecer a ESTEVE CHUECA las semillas que me proporcionó de *Adenocarpus foliolosus* y a FERNÁNDEZ CASAS su ayuda en la determinación sistemática de las especies estudiadas.

BIBLIOGRAFIA

- CASTRO, DUARTE DE (1949) Novos numeros de cromosomas para o genero *Cytisus* L. *Agron. Lusit.* 11: 85-90.
- FHRAN-LELIVED, J. A. (1969) Cytotaxonomic notes on African Papilionaceae. *Acta Bot. Neerl.* 18: 67-73.
- GILLOT, J. (1965) Contribution a l'étude cytotaxonomique des Genisteae et des Loteae. *La Cellule* 65: 317-347.
- HORJALES, M. (1972) Estudio cariológico del Gen. *Adenocarpus* DC. *Trab. Depart. Bot. Fisiol. Veg. (Madrid)* 5: 3-44.
- LARSEN, K. (1960) Citological and experimental studies on the flowering plants of the Canarian Islands. *Biol. Skrift. Danske Vid. Selsk.* 11: 1-160.
- SAÑUDO, A. (1971) Variabilidad cromosómica de las Genisteas de la Flora española en relación con su ecología. I.—Número y comportamiento de los cromosomas durante la meiosis. A.—Secciones *Erinacoides* Spach, *Scorpioides* (L.) DC., y *Asterospartum* Spach del Gen. *Genista*. *Cuad. Ci. Biol. (Granada)* 1: 1-21.
- (1972) Variabilidad cromosómica de las Genisteas de la Flora española en relación con su ecología. Secciones *Genista*, *Spartioides* Spach, *Phillospartum* Willk. y *Voglera* (B. Gaertner, B. Meyer & Seherb) Spach del Gen. *Genista*. *Cuad. Ci. Biol. (Granada)* 2: 44-51.
- (1973) Variabilidad cromosómica de las Genisteas de la Flora española en relación con su ecología.—Nota previa sobre los géneros *Cytisus* L. y *Adenocarpus* DC. *Cuad. Ci. Biol. (Granada)* 3: (en prensa).
- Variabilidad cromosómica de las Genisteas de la Flora española en relación con su ecología. D.—Sección *Cephalospartum* del Gen. *Genista* L. y géneros *Lygos* Adamson, *Spartium* L., *Teline* Medicus, *Calycotome* Link y *Argyrolobium* Ecklin & Zenhyer. *Cuad. Ci. Biol. (Granada)* (en prensa).
- Idem. E.—Género *Cytisus* L. *Bol. Real. Soc. Españ. Hist. Nat.* (en prensa).
- VICIOSO, C. (1953) Genisteas españolas, I. *Publ. Inst. For. Invest. Exp. Madrid* 67.
- (1955) Genisteas españolas, II. *Publ. Inst. For. Invest. Exp. Madrid* 72.



Microfotografías de cromosomas meióticos o mitóticos de algunos de los taxones estudiados. Unidad de escala en cada microfotografía equivalente a 5 micras. Fig. 1, Diakinesis con 25 II en *Chronanthus biflorus* (de Puerto Lope).—Fig. 2, Metafase I con 25 II en *C. biflorus* (Sierra de Lújar).—Fig. 3, Metafase I con 26 II en *Adenocarpus complicatus* subsp. *commutatus*.—Fig. 4, Metafase I con 26 II en *A. telonensis*.—Fig. 5, Metafase I con 26 II en *A. decorticans*.—Fig. 7, Metafase mitótica con $2n = 52$ cromosomas en *A. foliolosus*.—Fig. 8, Metafase I con 26 II en *Erinacea anthyllis*.