Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.), 94 (1-2), 1998, 23-31.

Números cromosómicos en los Formícidos españoles. I. Subfamilia Formicinae

Chromosome numbers in Spanish Formicidae. I. Subfamily Formicinae

Pedro Lorite, Encarnación Chica y **Teresa Palomeque**

Departamento de Biología Experimental. Área de Génetica. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. 23071 Jaén.

PALABRAS CLAVE: **Formicidae, Formicinae, *Lasius brunneus, Formica gerardi,* Cariotipos, Números cromosómicos.**

KEY WORDS: **Formicidae, Formicinae, *Lasius brunneus, Formica gerardi,* Karyotypes, Chromosome numbers.**

RESUMEN

En los últimos años hemos estudiado el cariotipo de diversas especies de hormigas, algunas de ellas analizadas por primera vez. En este trabajo presentamos nuevos datos citogenéticos sobre diferentes especies de hormigas españolas pertenecientes a los géneros *Plagiolepis* y *Lasius*. El cariotipo de *Lasius brunneus* y el número cromosómico de *Formica gerardi* son descritos por primera vez. Realizamos también, una revisión de los números cromosómicos y cariotipos conocidos de los Formícidos, incluidos en la subfamilia Formicinae, que han sido citadas en España.

ABSTRACT

Over the last years we have analyzed the karyotypes of several species of ants, some of them for the first time. This work contributes new cytogenetic information on the Spanish species of the genera *Plagiolepis* and *Lasius*. The karyotype of *Lasius brunneus* and the chromosome number of *Formica gerardi* are presented for the first time. A review of the known karyotypes and chromosome numbers of Spanish formicinae ants is also carried out.

1. INTRODUCCIÓN

Los Formícidos a nivel genético, al igual que otros Himenópteros, presentan dos características importantes. La primera de ellas es la arrenotoquia, machos originados por huevos sin fecundar y hembras procedentes de huevos fecundados, la segunda es la haplodiploidía, es decir, la presencia de machos haploides y hembras diploides (CROZIER, 1975), si bien se ha detectado también la existencia de machos diploides (COOK, 1993).

Se ha analizado el cariotipo de más de medio millar de especies de Formícidos, existiendo géneros con una gran estabilidad en el número cromosómico, como ocurre en *Formica*, *Lasius*, *Myrmica* o *Pheidole*, mientras que otros géneros presentan una gran variación, como ocurre con *Camponotus* (con números cromosómicos entre n=9 y n=26), *Crematogaster* (con números cromosómicos entre n=12 y n=25), *Monomorium* (con números cromosómicos entre n=8 y n=35) y como caso extremo el género *Myrmecia* (con números cromosómicos entre n=1 y n=42) (CROZIER, 1975; IMAI *et al.*, 1977, 1984; HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976, 1983; GOÑI *et al.*, 1982, 1983; TABER & COKENDOLPHER, 1988).

En los últimos años hemos realizado un estudio cariológico y citogenético sobre diversas especies de Formícidos. En cada caso hemos estudiado los cariotipos y aplica-

do una serie de técnicas de bandeo cromosómico, como bandeo C, G, N, tinción con fluorocromos y de localización de las regiones cromosómicas del organizador nucleolar (nucleolar organizing regions, NORs), que nos han permitido, en algunos casos, establecer las posibles relaciones filogenéticas entre diversos táxones, así como profundizar un poco más en el conocimiento de la naturaleza cromosómica de este grupo (PALOMEQUE *et al.*, 1987, 1988, 1990a, 1990b, 1990c, 1993a, 1993b; CHICA, 1991; LORITE, 1994; LORITE *et al.*, 1996). Como un complemento importante a nuestra investigación, realizamos en este trabajo una revisión cariológica de las especies estudiadas de Formicinae, comparando, siempre que ha sido posible, nuestros datos con los obtenidos por otros autores. Además en este trabajo presentamos por primera vez un estudio del cariotipo de *Lasius brunneus* y del número cromosómico de *Formica gerardi*. Igualmente, se estudian citogenéticamente por primera vez diversas especies del género *Plagiolepis* y *Lasius* recolectadas en nuestro país, y que habían sido estudiadas con anterioridad en material de otras procedencias.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se han utilizado principalmente las revisiones que sobre los números cromosómicos de Formícidos se han hecho hasta la actualidad, así como los estudios citogenéticos realizados sobre algunos géneros específicos o sobre la mirmecofauna de algunas regiones o países. Entre los trabajos utilizados destacamos los de CROZIER, 1970, 1975; GOÑI *et al.* 1983; HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983; IMAI *et al.*, 1977, 1983, 1984, 1985; IMAI & KUBOTA, 1972; TJAN *et al.*, 1986; TABER & COKENDOLPHER, 1988). Los géneros de Formícidos presentes en España aparecen en el trabajo de MARTÍNEZ *et al.* (1985); la lista provisional de especies españolas nos ha sido facilitada por el Dr. Tinaut de la Universidad de Granada.

Nuestro grupo ha estudiado hasta la fecha varias especies españolas, recolectadas en Andalucía. Para la obtención de metafases se han utilizado testículos de pupas de macho. El material se sometió a choque osmótico, fijación con etanol-ácido acético glacial (3:1), maceración en un portaobjetos con ácido acético glacial (60%), extensión mecánica y tinción con Giemsa. También se han obtenido metafases diploides de ganglios cerebrales de prepupa de obrera y reina, según la técnica de IMAI *et al.* (1977).

Las metafases seleccionadas han sido medidas mediante un analizador de imagen (Videoplan© de Kontron©) provisto de un lápiz digital. Las medidas se realizaron utilizando fotografías muy ampliadas a fin de minimizar los errores de medida, de forma similar a la realizada por otros autores (PAPESCHI, 1991; SÁNCHEZ *et al.*, 1991). Para la nomenclatura de los cromosomas nos basamos en la nomenclatura propuesta por LEVAN *et al.* (1964), diferenciándose así cinco tipos cromosómicos; metacéntricos (M), submetacéntricos (SM), subtelocéntricos (ST), acrocéntricos (A) y telocéntricos (T).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han estudiado 36 especies de Formícidos españoles de la subfamilia Formicinae, pertenecientes a los géneros *Camponotus*, *Cataglyphis*, *Formica*, *Lasius* y *Plagiolepis*, con una variación de número cromosómico

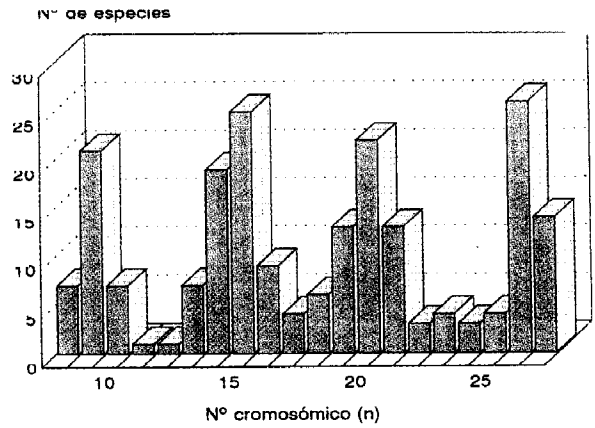

Fig. 1.–Números cromosómicos en las especies de la subfamilia Formicinae.

–Species-chromosome numbers known for Formicinae.

entre n=9 y n=27. A nivel global, incluyendo también los táxones no citados en España, las especies estudiadas de esta subfamilia pre-

sentan un rango de variación, en relación al número cromosómico, entre n=8 y n=27. En la Figura 1 presentamos la distribución del número cromosómico en todas las especies estudiadas de la subfamilia Formicinae, incluyendo las especies no citadas en España. En la gráfica realizada se observa la existencia de cuatro picos; el primero de ellos correspondiente a un número cromosómico de n=9, se debe principalmente, a especies de los géneros *Acantholepis*, *Camponotus* y *Plagiolepis*; el segundo con valores de número cromosómico de n=14-15 incluye a especies de los géneros *Camponotus*, *Lasius* y *Paratrechina*. El tercero, con números cromosómicos de n=20-21, se debe a los géneros *Camponotus* y *Polyrhachis*, mientras que el último pico, correspondiente a números cromosómicos de n=26-27, incluye a especies de los géneros *Cataglyphis*, *Formica* y *Polyergus*.

A continuación expondremos los resultados para cada género en particular, incluyendo en cada caso todos los datos conocidos para las especies citadas en España, aunque no hayan sido estudiadas en material recolectado en nuestro país.

3.1. Género *Acantholepis*

Sólo existe una especie de este género en la Península Ibérica, concretamente *A. frauenfeldi* (TINAUT & ORTIZ, 1988), cuyo número cromosómico se desconoce. A nivel cariológico se han estudiado exclusivamente cuatro especies indias de este género. En las cuatro se observa un número cromosómico de n=9 y una fórmula cariotípica haploide de 8M+1A (IMAI *et al.*, 1984).

3.2. Género *Camponotus*

Este género tiene el mayor rango de variación en relación al número cromosómico que se ha observado dentro de la subfamilia Formicinae (n=9-26). CROZIER (1975) consideró que la poliploidía podría haber intervenido en una etapa temprana de la evolución de este género. Este autor se basa en la existencia de células poliploides en *C. ligniperda* (HAUSCHTECK, 1961) y en las diferencias observadas en el número cromosómico de *C. compressus*, que presenta un número cromosómico de n=10 en poblaciones indias (KUMBKARNI, 1965) y un número cromosómico de n=20 en poblaciones procedentes de Túnez (Hauschteck-Jungen, publicado en HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983). A pesar de lo anterior, el papel de la poliploidía en la evolución de los Formícidos no es evidente y no ha recibido confirmaciones experimentales posteriores. Sin embargo, se han observado casos esporádicos de poliploidía en células somáticas y germinales en *Aphaenogaster osimensis* (IMAI & YOSIDA, 1966) y en *Pheidole pallidula* (HAUSCHTECK, 1961), ambas de la subfamilia Myrmicinae, así como en *Tapinoma nigerrimum* (CHICA, 1991) de la subfamilia Dolichoderinae.

En especies indias del género *Camponotus*, IMAI *et al.* (1984) observaron los siguientes números cromosómicos y fórmulas cariotípicas: n=10 (10M), n=12 (12A), n=13 (10M+3A ó 13 M), n=16 (5M+11A), n=17 (5M+12A), n=20 (20A ó 1M+19A) y n=22 (1M+21A). En estas especies, el número de brazos cromosómicos para el cariotipo haploide es aproximadamente 20. Los autores consideran que la evolución en el género *Camponotus*, al menos en estas especies, puede ser mejor explicada por cambios Robertsonianos, procesos evolutivos considerados comunes en Formícidos, que por la intervención de la poliploidía (IMAI *et al.*, 1988).

Los resultados obtenidos en las especies citadas en España de este género son los siguientes:

Camponotus aethiops: n=21, en poblaciones recogidas en Francia y en Yugoslavia (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983).

Camponotus alii: n=21, en poblaciones recolectadas en Alcoy (Alicante) por HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1983).

Camponotus cruentatus: n=18, en poblaciones españolas estudiadas por HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1983).

Camponotus foreli: n=17, en individuos recogidos en Málaga (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983).

Camponotus lateralis: n=14, observado por HAUSCHTECK (1962) en poblaciones suizas.

Camponotus ligniperda: n=14, en poblaciones suizas (HAUSCHTECK, 1961).

Camponotus pilicornis: n=25, en poblaciones suizas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983).

Camponotus rufoglaucus: n=18, en poblaciones recolectadas por HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1983) en Granada.

Camponotus sylvaticus: n=20, en poblaciones griegas y españolas recogidas por HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1983) en Hospitalet y Ordal (Barcelona).

Camponotus vagus: n=14, en poblaciones suizas (HAUSCHTECK, 1962; HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983).

3.3. Género *Cataglyphis*

Son escasos los estudios sobre este género, pues sólo se han analizado tres especies, dos por HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1983) y otra por IMAI *et al.* (1984), todas con un número cromosómico de n=26. De ellas sólo una esta presente en España, *C. iberica*.

Cataglyphis iberica: n=26 en poblaciones recogidas en Hospitalet (Barcelona) por HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1983), con tres cromosomas submetacéntricos, siendo los restantes de un tamaño muy pequeño de forma que no puede discernirse su morfología. Los autores publican estos datos como correspondientes a *C. albicans*. Sin embargo, revisiones posteriores sobre este género, han determinado que las poblaciones españolas clasificadas en principio como *C. albicans*, corresponden a *C. iberica* (TINAUT & PLAZA, 1989).

En *C. setipes*, especie estudiada por IMAI *et al.* (1984), su fórmula cariotípica es 6M+20A. No es posible hacer comparaciones con el cariotipo de *C. iberica* ya que HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1983) no presentan el cariotipo de las especies de este género estudiadas por ellos.

3.4. Género *Colobopsis*

Al igual que en el género anterior, existen pocos estudios sobre este taxon. Sólo se ha estudiado una especie, no citada en España, *C. impressus* que presenta un número cromosómico de n=26 y con la mayoría de los cromosomas de tamaño pequeño y acrocéntricos (CROZIER, 1970).

3.5. Género *Formica*

La casi treintena de especies europeas y asiáticas estudiadas de este género, presentan números cromosómicos de n=26 y n=27. ROSENGREN *et al.* (1980) observaron en *F. truncorum*, números cromosómicos de n=27 y n=28 en diferentes poblaciones finlandesas. El número cromosómico de n=27 coincide con el dado por HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1983) para poblaciones suizas de esta especie, por lo que posiblemente, el número cromosómico n=28 sea debido a algún tipo de polimorfísmo.

CROZIER (1975) considera que los géneros *Formica* y *Polyergus*, con números cromosómicos de n=26-27, forman un grupo diferente del resto de los miembros de la subfamilia, que presentan en general números cromosómicos más bajos. En la mayoría de las especies de Formícidos, la presencia de números cromosómicos altos lleva aparejada la existencia de un gran número de cromosomas subtelocéntricos o telocéntricos, como consecuencia de procesos evolutivos anteriores de fisión cromosómica (IMAI *et al.*, 1977, 1988). En este grupo de especies, sin embargo, no aparece una proporción alta de estos tipos de cromosomas (IMAI, 1969). CROZIER (1975) sugiere que el pequeño tamaño de dichos cromosomas y su morfología, podría indicar que se han originado por otra clase de cambios cromosómicos, complejos y diferentes a los comúnmente observados en Formícidos.

Las especies citadas en España presentan los siguientes números cromosómicos, si bien la mayor parte de ellas sólo se han estudiado con material procedente de otros países:

Formica cinerea: n=27, analizada por HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1976) en poblaciones suizas.

Formica cunicularia: n=27, en poblaciones recolectadas en Francia (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976).

Formica exsecta: n=26, en poblaciones suizas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976; AGOSTI & HAUSCHTECK-JUNGEN, 1987).

Formica fusca: n=27, en poblaciones japonesas recolectadas por IMAI (1969), así como en poblaciones suizas y alemanas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976).

Formica gagates: n=27, en poblaciones francesas y yugoslavas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976).

Formica gerardi: esta especie ha sido estudiada por nosotros en poblaciones recogidas en Jaén, presentando un número cromosómico de n=27 (Lám. I, fig. 1). Dado el pequeño tamaño de los cromosomas no

hemos podido realizar el análisis del cariotipo, si bien presenta cromosomas con tamaño y morfología similares a los observados en otras especies de este mismo género.

Formica lemani: n=27, en poblaciones suizas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976).

Formica lugubris: n=26, en poblaciones suizas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976) y en poblaciones finlandesas (ROSENGREN *et al.*, 1980).

Formica pratensis: n=26, en poblaciones suizas y finlandesas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976; ROSENGREN *et al.*, 1980).

Formica polyctena: n=26, en poblaciones suizas y finlandesas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976; ROSENGREN *et al.*, 1980).

Formica pressilabris: n=26, en poblaciones finlandesas (ROSENGREN *et al.*, 1980).

Formica rufa: n=26, en individuos procedentes de Suiza (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976).

Formica rufibarbis: ROSENGREN *et al.* (1980) observaron en poblaciones finlandesas un número cromosómico entre n=25 y n=28, aunque se inclinan por n=27 ya que es el valor más común en las células estudiadas y se corresponde con el número cromosómico dado por HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN (1976) en poblaciones suizas y holandesas de esta especie.

Formica sanguinea: han sido estudiadas poblaciones japonesas así como poblaciones suizas de esta especie, en ambos casos con un número cromosómico de n=26 (IMAI, 1966, 1969; IMAI & YOSIDA, 1964; HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976). IMAI (1969) determinó que el cariotipo estaba formado por 10 cromosomas metacéntricos, 10 submetacéntricos y 6 subtelocéntricos.

Formica transkaucasica (= *F. picea*): n=26, en poblaciones suizas y finlandesas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1976; ROSENGREN *et al.*, 1980). En poblaciones japonesas de esta especie también se ha observado este valor para el número cromosómico haploide (IMAI, 1969).

3.6. Género *Lasius*

Este género presenta una gran uniformidad a nivel de número cromosómico, ya que todas las especies estudiadas, ibéricas o no, tienen números cromosómicos de n=14 o de n=15. En las especies españolas se han obtenido los siguientes resultados:

Lasius alienus: n=15, observado tanto en poblaciones alemanas, suizas y españolas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983), como en poblaciones inglesas (Pearson, *en* HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983). El cariotipo haploide presenta solo un cromosoma metacéntrico, siendo los restantes cromosomas de subtelocéntricos a telocéntricos. HAUSCHTECK (1962) observó un número cromosómico de n=14 en individuos de esta especie, existiendo un nuevo cromosoma metacéntrico grande que no aparece en los

Tabla I.–Análisis del cariotipo de *Lasius brunneus*. BC=longitud del brazo corto, BL=longitud del brazo largo, BL/BC=relación entre las longitudes correspondientes al brazo largo y al brazo corto, PC=porcentaje que representa cada cromosoma respecto a la longitud total del complemento.

–Analysis of the standard karyotype of *Lasius brunneus*. BC=length of short arm, BL=legth of long arm, BL/BC=ratio between the lengths corresponding to the long and short arms, PC=percentage of each chromosome with regard to the total length of the complement.

	BC	BL	BL/BC	PC
1	1.21	1.37	1.13	8.60
2	0.58	2.09	3.60	8.90
3	0.45	1.97	4.38	8.07
4	0.47	2.42	5.15	8.07
5	-	2.45	-	8.17
6	-	2.27	-	7.57
7	-	2.17	-	7.24
8	-	1.97	-	6.57
9	-	1.87	-	6.24
10	-	1.82	-	6.07
11	-	1.72	-	5.74
12	-	1.67	-	5.57
13	-	1.47	-	4.90
14	-	1.36	-	4.54
15	-	1.14	-	3.80

individuos con un número cromosómico de n=15, cambio numérico posiblemente debido a un polimorfismo del tipo fusión-fisión céntrica, polimorfismo frecuente en Formícidos (IMAI *et al.*, 1984, 1988; CROZIER, 1970).

Lasius brunneus: especie estudiada por primera vez en este trabajo, presenta un número cromosómico haploide de n=15 (Lám. I, fig. 2), con una fórmula cariotípica 1M+3ST+11T (Fig. 2). En la tabla I se recogen los valores numéricos, expresados en micras, del complemento standard. En dicha tabla se muestra la longitud total del cromosoma (LT), longitud del brazo corto (BC), del brazo largo (BL), la relación entre las longitudes correspondientes al brazo largo y el brazo corto (BL/BC) y la proporción que representa cada cromosoma respecto a la longitud total del complemento (PC). Las poblaciones estudiadas por nosotros proceden de diferentes localidades de Jaén y Granada. Hemos observado la presencia en esta especie de un cromosoma B de pequeño tamaño y telocéntrico (CHICA, 1991).

Lasius emarginatus: n=15, en poblaciones suizas (HAUSCHTECK, 1962).

Lasius flavus: la primera cita sobre el número cromosómico de esta especie fue dada por HOGBEN (1920) que observó un número cromosómico de n=12. En estudios posteriores realizados por HAUSCHTECK (1962) en poblaciones suizas y por IMAI (1966) en poblaciones japonesas, se observó, sin embargo, un número cromosómico de n=15. Esta especie presenta un cariotipo similar al de *L. alienus* (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983).

Lasius fuliginosus: n=14, en poblaciones suizas e italianas (HAUSCHTECK, 1962; HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983).

Lasius niger: esta especie fue estudiada por primera vez por HAUSCHTECK (1962) en poblaciones suizas, que observó un número cromosómico de n=15. Este valor ha sido confirmado posteriormente en poblaciones japonesas (IMAI, 1966, 1969; IMAI & YOSIDA, 1964; IMAI & KUBOTA, 1972). Nosotros en varias localidades de Jaén y Granada, hemos observado también este valor para el cariotipo haploide, con una fórmula cariotípica 1M+3A+11T (PALOMEQUE *et al.*, 1990c) (Fig. 2). En estas poblaciones hemos observado además, la presencia de hasta tres cromosomas supernumerarios o cromosomas B en el 68% de los machos estudiados, siendo en todos los casos cromosomas telocéntricos y de pequeño tamaño (PALOMEQUE *et al.*, 1990c).

Lasius umbratus: n=15, en poblaciones suizas (HAUSCHTECK, 1962). Posteriormente HUNG (1969) confirmó este valor en poblaciones norteamericanas.

3.7. Género *Plagiolepis*

A nivel citogenético sólo se han estudiado cuatro especies de este género, todas con un número cromosómico de n=9. De ellas tres han sido citadas en España.

Plagiolepis barbara: n=9, en poblaciones tunecinas (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983). El cariotipo haploide está formado por 8 cromosomas metacéntricos o submetacéntricos y un cromosoma de subtelocéntrico a telocéntrico.

Plagiolepis pygmaea: n=9, en poblaciones procedentes de Yugoslavia, Suiza y varias poblaciones españolas de Málaga y Granada (HAUSCHTECK-JUNGEN & JUNGEN, 1983), presentando un cariotipo similar a *P. barbara*. Nosotros hemos determinado el cariotipo en individuos procedentes de Jaén y de Granada. Este cariotipo es 7M+1SM+1ST (Fig. 2). En algunos hormigueros, recolectados en Vejar Quesada (Jaén), hemos observado la presencia de un segmento extra en un cromosoma metacéntrico; como consecuen-

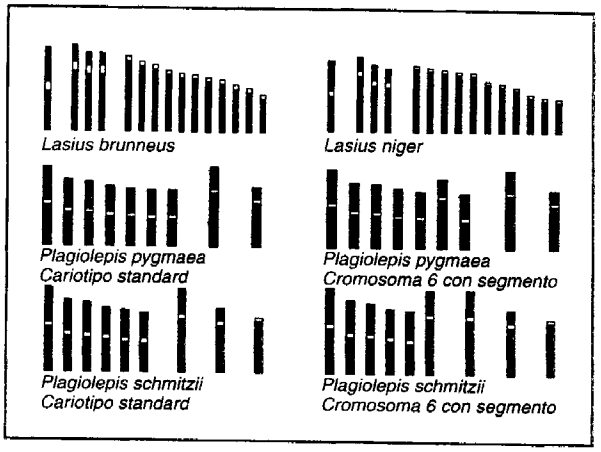

Fig. 2.–Idiogramas de varias especies españolas de la subfamilia Formicinae.

–Idiograms of several Spanish species of Formicinae.

LÁM. I / PL. I

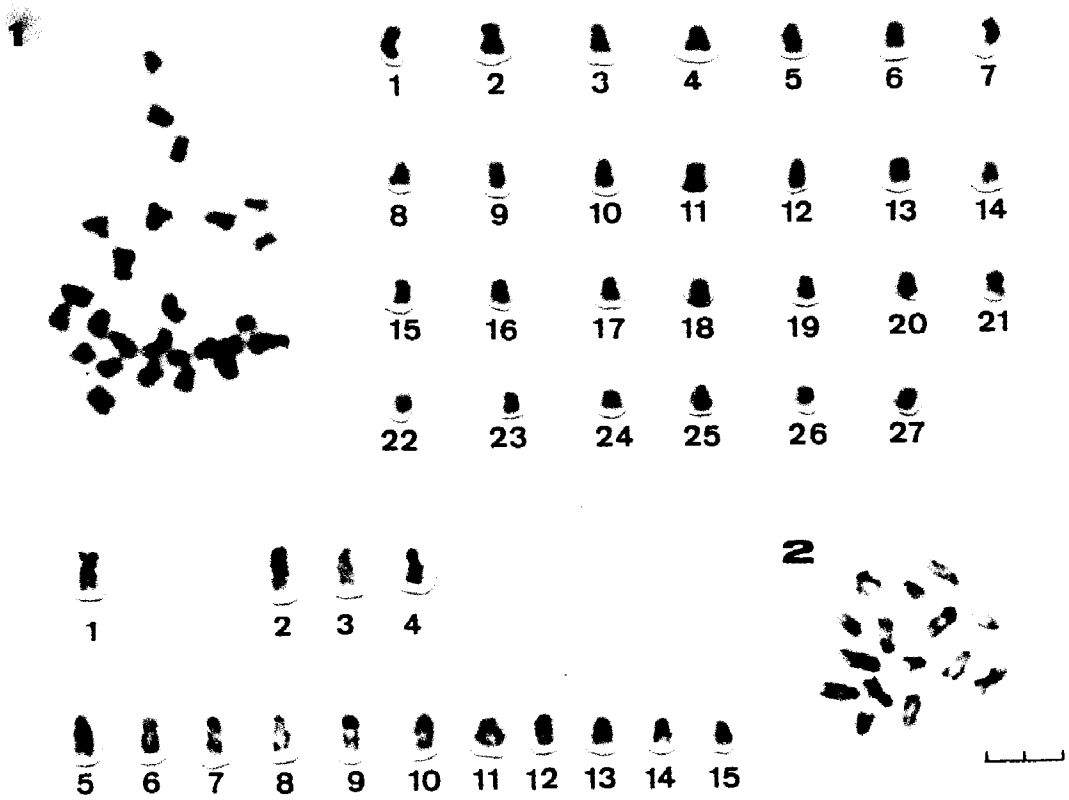

LÁMINA I/PLATE I

1) Metafase y cariotipo haploide de *Formica gerardi* donde se observa un número cromosómico de n=27. La barra representa 5 µm.

Haploid metaphase and karyotype of *Formica gerardi* with a chromosome number n=27. Bar 5 µm.

2) Metafase y cariotipo haploide de *Lasius brunneus* con un número cromosómico de n=15. Se observa la existencia de un cromosoma metacéntrico (numerado como cromosoma 1), tres cromosomas subtelocéntricos (numerados como cromosomas 2 a 4) y once cromosomas telocéntricos (numerados como cromosomas 5 a 15). La barra representa 5 µm.

Haploid metaphase and karyotype of *Lasius brunneus* with a chromosome number n=15. The karyotype shows a metacentric chromosome (cromosome 1), three subtelocentric chromosomes (chromosomes 2 to 4) and eleven telocentric chromosomes (chromosomes 5 to 15). Bar 5 µm.

cia se modifica la morfología del cromosoma portador, que se transforma en submetacéntrico, siendo entonces la fórmula cariotípica haploide de 6M+2SM+1ST (Fig. 2). El segmento citado se observó en el 34% de los individuos analizados (PALOMEQUE *et al.*, 1993a).

Plagiolepis schmitzii: n=9, en las poblaciones estudiadas por nosotros procedentes de Granada. La fórmula cariotípica haploide es 6M+1SM+1ST+1T (Fig. 2). Al igual que en la especie anterior hemos observado la existencia de un segmento supernumerario, que aparece en el 32% de los individuos recolectados en Almuñecar (Granada) (PALOMEQUE *et al.*, 1993a). El segmento está presente en el cromosoma 6, metacéntrico en el complemento standard y submetacéntrico en los individuos portadores del mismo, que muestran por tanto una nueva fórmula cariotípica de 5M+2SM+1ST+1T (Fig. 2).

Los segmentos supernumerarios presentes en *P. pygmaea* y *P. schmitzii* son heterocromaticos con respuesta positiva a las técnicas de bandeo C. El origen de los segmentos supernumerarios es aún desconocido y controvertido. Los segmentos presentes en estas especies podrían haber surgido por repetición de material cromosómico, probablemente por procesos de duplicación; un origen similar se ha propuesto para explicar el origen de los segmentos supernumerarios presentes en otras especies (PALOMEQUE *et al.* 1993a).

3.8. Género *Polyergus*

Parece existir una sola especie española de este género, en concreto *P. rufescens* (COLLINGWOOD, 1978), no estudiada citogenéticamente hasta el momento. En relación a las especies no ibéricas sólo se ha estudiado *P. samurai*, especie recogida en Japón y con un número cromosómico de n=27 (IMAI, 1966, 1969; IMAI & YOSIDA, 1964).

3.9. Géneros *Proformica* y *Rosomyrmex*

No existen estudios sobre ninguna especie perteneciente a estos géneros en la bibliografía consultada.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Alberto Tinaut el habernos facilitado la lista provisional de las especies de Formícidos presentes en España, así como la clasificación taxonómica de los ejemplares estudiados por nosotros y sus valiosos comentarios sobre el manuscrito.

Recibido el 27 de febrero de 1995
Aceptado el 11 de octubre de 1995

BIBLIOGRAFÍA

AGOSTI, D. & HAUSCHTECK-JUNGEN, E. 1987. Polymorphism of males in *Formica exsecta* Nyl. (Hym: Formicidae). *Insec. Soc.* **34**: 280-290.

CHICA, E. 1991. *Estudios citogenéticos y relaciones de filogenia en Formícidos Ibéricos*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. (Inédita).

COLLINGWOOD, C. A. 1978. A provisional list of Iberian Formicidae (Hymenoptera, Aculeata) with a key to the worker caste. *Eos* **52**: 65-95.

COOK, J. M. 1993. Sex determination in the Hymenoptera: a review of models and evidence. *Heredity*, **71**: 421-435.

CROSLAND, M. W .J. & CROZIER, R. H. 1986. *Myrmecia pilosula*, an ant with only one pair of chromosomes. *Science*, **231**: 1278.

CROZIER, R. H. 1970. Karyotypes of twenty-one ant species (Hymenoptera; Formicidae), with reviews of the known ant karyotypes. *Can. J. Genet. Cytol.*, **12**: 109-128.

— 1975. Hymenoptera. *In: Animal Cytogenetics*, vol. 3. Insecta 7. B. John (ed.). Grebrüder Borntraeger-Berlin. Stuttgart.

GOÑI, B., IMAI, H. T., KUBOTA, M., KONDO, M., YONG, H. S. & TSO, Y. P. 1982. Chromosome observations of tropical ants in Western Malaysia and Singapore. *Ann. Rep. Natl. Inst. Genet.* **32**: 71-73.

GOÑI, B., DE ZOLESSI, L. C. & IMAI, H. T. 1983. Karyotypes of thirteen ant species from Uruguay (Hymenoptera, Formicidae). *Caryologia*, **36**: 363-371.

HAUSCHTECK, E. 1961. Die Chromosomen von fünf Ameisenarten. *Rev. Suisse Zool.*, **68**: 218-223.

— 1962. Die Chromosomen einiger in der Schweiz vorkommender Ameisenarten. *Vjschr. Naturf. Ges. Zürich*, **107**: 213-220.

HAUSCHTECK-JUNGEN, E. & JUNGEN, H. 1976. Ant chromosomes. I. The genus *Formica*. *Insec. Soc.* **23**: 513-524.

— 1983. Ant chromosomes. II. Karyotypes of Western Palearctic species. *Insec. Soc.*, **30**: 149-164.

HOGBEN, L. T. 1920. Studies on synapsis. I. Oogenesis in the Hymenoptera. *Proc. Roy. Soc. London*, **91**: 268-294.

HUNG, A. C. F. 1969. The chromosome numbers of six species of Formicine ants. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **62**: 455-456.

IMAI, H. T. 1966. The chromosome observation techniques of ants and the chromosomes of Formicinae and Myrmicinae. *Acta Hymenopterologica*, **2**: 119-131.

— 1969. Karyological studies of Japanese ants. I. Chromosome evolution and species differentiation in ants. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku (Jpn), sec. B* **14**: 27-46.

IMAI, H. T. & YOSIDA, T. H. 1964. Chromosome observation in Japanese ants. *Ann. Rep. Natl. Inst. Genet.* **15**: 64-66.

— 1966. Polyploid cells observed in male and queen ants of *Aphaenogaster osimensis. Ann. Rep. Natl. Inst. Genet.* **16**: 54.

IMAI, H. T. & KUBOTA, M. 1972. Karyological studies of Japanese ants, (Hymenoptera: Formicidae). III. *Chromosoma* **37**: 193-200.

IMAI, H. T., CROZIER, R. H. & TAYLOR, R. W. 1977. Karyotype evolution in Australian ants. *Chromosoma, (Berl)* **59**: 341-393.

IMAI, H. T., BROWN, W. L. Jr., KUBOTA, M., YONG, H. S. & THO, Y. P. 1983. Chromosome observations on tropical ants from Western Malaysia. II. *Ann. Rep. Natl. Inst. Genet. (Jpn)* **34**: 66-69.

IMAI, H. T., BARONI-URBANI, C., KUBOTA, M., SHARMA, G. P., NARASIMHANNA, M. N., DAS, B. C., SHARMA, A. K., SHARMA, A., DEODIKAR, G. B., VAIDYA, V. G. & RAJASEKARASETTY, M. R. 1984. Karyological survey of Indian ants. *Jpn. J. Genet.,* **59**: 1-32.

IMAI, H. T., KUBOTA, M., BROWN, W. L. Jr., IHARA, M., TOHARI, M. & PRANATA, R. I. 1985. Chromosome observations on Tropical ants from Indonesia. *Ann. Rep. Natl. Inst. Genet.* **35**: 46-48.

IMAI, H. T., TAYLOR, R. W., CROSLAND, M. W. J. & CROZIER, R. H. 1988. Modes of spontaneous chromosomal mutation and karyotype evolution in ants with reference to the minimum interaction hypothesis. *Jpn. J. Genet.,* **63**: 159-185.

IMAI, H. T. & TAYLOR, R. W. 1989. Chromosomal polymorphisms involving telomere fusion, centromeric inactivation and centromere shift in the ant *Myrmecia (pilosula)* n=1. *Chromosoma* **98**: 456-460.

KUMBKARNI, C. G. 1965. Cytological studies in Hymenoptera Part III: Cytology of parthenogenesis in the formicid ant, *Camponotus compressus. Caryologia,* **18**: 305-311.

LEVAN, A., FREDGA, K. & SANDBERG, A. A. 1964. Nomenclature for centromere position on chromosomes. *Hereditas* **52**: 201-220.

LORITE, P. 1994. *Análisis de la heterocromatina en* Tapinoma nigerrimum (Hymenoptera, Formicidae). Tesis de Licenciatura. Universidad de Jaén. (Inédita).

LORITE, P., CHICA, E. & PALOMEQUE, T. 1996. G-banding and chromosome condensation in the ant *Tapinoma nigerrimum. Chromosome Res.,* **4**: 77-79.

MARTÍNEZ, M. D., ACOSTA, F. J. & RUIZ, E. 1985. Las subfamilias y géneros de las hormigas ibéricas. *In: Claves para la identificación de la Fauna Española* **12**: Universidad Complutense. Madrid.

PALOMEQUE, T., CHICA, E., CANO, M. A., DÍAZ DE LA GUARDIA, R. & TINAUT, A. 1987. Cytogenetic studies in the genera *Pheidole* and *Tetramorium* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae). *Caryologia,* **41**: 289-298.

PALOMEQUE, T., CHICA, E., CANO, M. A. & DÍAZ DE LA GUARDIA, R. 1988. Karyotypes, C-banding, and chromosomal location of active nucleolar organizing regions in *Tapinoma* (Hymenoptera, Formicidae). *Genome,* **30**: 277-280.

— 1990a. Development of silver stained structures during spermatogenesis in different genera of Formicidae. *Genetica,* **81**: 51-58.

PALOMEQUE, T., CANO, M. A., CHICA, E. & DÍAZ DE LA GUARDIA, R. 1990b. Spermatogenesis in *Tapinoma nigerrimum* (Hymenoptera, Formicidae). *Cytobios,* **62**: 71-80.

PALOMEQUE, T., CHICA, E. & DÍAZ DE LA GUARDIA, R. 1990c. Karyotypes, C-banding, chromosomal location of active nucleolar organizing regions, and B-chromosomes in *Lasius niger* (Hymenoptera, Formicidae). *Genome,* **33**: 267-272.

— 1993a. Supernumerary chromosome segments in different genera of Formicidae. *Genetica,* **90**: 17-29.

— 1993b. Karyotype evolution and chromosomal relationships between several species of the genus *Aphaenogaster* (Hymenoptera, Formicidae). *Caryologia,* **46**: 25-40.

PAPESCHI, A. G. 1991. DNA content and heterochromatin variation in species of *Belostoma* (Heteroptera, Belostomidae). *Hereditas,* **115**: 109-114.

ROSENGREN, M., ROSENGREN, R. & SÖDERLUND, V. 1980. Chromosome numbers in the genus *Formica* with special reference to the taxonomical position of *Formica uralensis* Ruzsk. and *Formica truncorum* Fabr. *Hereditas* **92**: 321-325.

SÁNCHEZ, L., MARTÍNEZ, P. & GOYANES, V. 1991. Analysis of centromere size in human chromosomes 1, 9, 15 and 16 by electron microscopy. *Genome,* **34**: 710-713.

TABER, S. W. & COKENDOLPHER, J. C. 1988. Karyotypes of a dozen ant species from the Southwestern U.S.A. (Hymenoptera: Formicidae). *Caryologia,* **41**: 93-102.

TINAUT, A. & ORTIZ, F. J. 1988. Hormigas de la provincia de Almería (Hymenoptera: Formicidae). *Bol. Inst. Estudios Almerienses,* **8**: 223-231.

TINAUT, A. & PLAZA, J. L. 1989. Situación taxonómica del género *Cataglyphis* Förster, 1850 en la Península Ibérica. I. Las especies del subgénero *Cataglyphis* Förster (Hym. Formicidae). *Eos,* **65**: 189-199.

TJAN, K. N., IMAI, H. T., KUBOTA, M., BROWN, W. L. Jr., GOTWALD, W. H. Jr., YONG, H. S. & LEH, C. 1986. Chromosome observations of Sarawak ants. *Ann. Rep. Natl. Inst. Genet.,* **36**: 57-58.