

RELACION ENTRE PRESENCIA DE
B-CROMOSOMAS Y TAMAÑO DEL
CRANEO EN UNA POBLACION DE
RATTUS RATTUSSP. FRUGIVORUS
(RAFINESQUE, 1814)

Ricardo Gómez Ladrón de Guevara,
José E. Pardo González y
Mario Plaza Delgado

Ricardo Gómez Ladrón de Guevara y José E. Pardo González, Cátedra de Genética, Escuela Universitaria Politécnica de Albacete. Mario Plaza Delgado, Cátedra de Matemáticas, Escuela Universitaria Politécnica de Albacete.

RESUMEN

En este trabajo se pone de manifiesto una relación entre presencia de B-cromosomas y tamaño craneal, en una población de *Rattus rattus* ssp. *frugivorus* (Rafinesque, 1814).

SUMMARY

In this paper a relation between the presence of B-chromosomes and size of the cranium in a population of *Rattus rattus* ssp. *frugivorus* (Rafinesque, 1814) is stated.

INTRODUCCION

El complemento cromosómico de una especie se define como el conjunto de características morfológicas externas (forma, tamaño y número) de los cromosomas de sus células diploides. Su ordenamiento posterior, de forma sistemática y en base a estas características, en pares de cromosomas constituye el cariotipo.

Normalmente, y desde el punto de vista de la citogenética, a cada especie le corresponde un cariotipo particular. No obstante, en algunas ocasiones, especies distintas presentan cariotipos idénticos o similares, y en otras, dentro de una misma especie, se puede obser-

var un cariotipo variable entre los distintos individuos (polimorfismo cromosómico).

Estos polimorfismos cromosómicos presentes en una población panmíctica constituyen una fuente adicional extraordinaria de variabilidad genética sobre la que actúa la selección natural, dando lugar a fenómenos tan importantes y frecuentemente correlacionados como son la evolución de los cariotipos por un lado y la evolución, diferenciación biológica y la especiación, por otro.

Entre los mecanismos de reordenación cromosómica causantes de polimorfismo hemos de distinguir entre aquéllos que originan variaciones intraespecíficas en el número diploide, caso de traslocaciones robertsonianas y presencia de B-cromosomas o cromosomas supernumerarios, y los que, manteniendo constante el número diploide, alteran la morfología de algún o algunos cromosomas de la dotación, originando así variaciones en el Número Fundamental, NF (número total de brazos del complemento cromosómico), como sería el caso de las inversiones pericéntricas.

Los B-cromosomas fueron detectados por primera vez por A. E. Longley, 1927, en el maíz. Desde entonces han sido observados en más de un millar de especies vegetales y en unas 260 de animales, incluido el hombre, aunque su presencia es más frecuente en roedores.

En todas estas especies animales y vegetales, además de los cromosomas del complemento normal, o cromosomas A, se encuentran ocasionalmente otros cromosomas a los que se llaman supernumerarios, accesorios o B-cromosomas y que tienen las siguientes características:

Su tamaño suele ser más pequeño que los del complemento normal, presentándose además, en ocasiones, variaciones entre el tamaño de los distintos B-cromosomas de una determinada especie.

Su número varía notablemente entre las poblaciones de una misma especie y entre los individuos de una misma población. El número máximo de B-cromosomas que una especie puede soportar es también muy variable, superando en ocasiones al número de cromosomas normales.

No parecen ser esenciales para el normal desarrollo y la reproducción, aunque en ellos puedan localizarse genes "activadores" que intervienen en la regulación de la actividad cromosómica de los A-cromosomas.

Contrariamente a lo que se pensaba hace algunos años, los cromosomas supernumerarios no son completamente inertes, tal y como acabamos de decir. Sin embargo, su mayor o menor efecto sobre el genoma estará en función de la cantidad de ADN que presenten y de la información genética que alberguen y pueda ser expresada.

Son pocos los casos donde se ha detectado un efecto cualitativo, de estos B-cromosomas, sobre el fenotipo. Del mismo modo, en la mayoría de las especies, estos cromosomas no producen ningún cambio en la morfología externa de los individuos (Camacho, J.P.M.; Carballo, A. R. y Cabrero, J., 1980). Pero en los últimos años se ha podido comprobar que afectan, generalmente, a la expresión de diferentes caracteres incluidos en el dominio delular, tales como la formación de quiasmas, el apareamiento cromosómico, la composición nuclear, el grado de desarrollo, la fertilidad, etc. (Hewitt, 1979).

El propósito de este trabajo consiste en detectar un posible efecto fenotípico de los B-cromosomas, presentes en una población animal, sobre los individuos en que se encuentran. Nuestro objetivo final y básico será observar si los individuos portadores de B-cromosomas difieren, en la serie de medidas craneales consideradas, de los individuos carentes de esos cromosomas. Y siempre bajo la consideración de que aunque los B-cromosomas ejerzan algún efecto sobre el fenotipo de los individuos que los portan no significa que tal sea la función biológica de los cromosomas implicados (Ruiz Rejón, M.; Ruiz Rejón, C. y Oliver, J. L.; 1987), por lo que todas las características que, de momento, se asocian con los B-cromosomas pueden considerarse meros efectos, sin que a ninguna de ellas podamos atribuirle la categoría de función específica.

MATERIAL Y METODOS

El material biológico utilizado para la experiencia ha consistido en una serie de 39 individuos, pertenecientes a la especie de *Rattus rattus* ssp. *frugivorus*, recolectados en distintos puntos geográficos del Sur-Este de la Península Ibérica. Esta especie se caracteriza, entre otros aspectos genéticos, por presentar un polimorfismo cromosómico numérico debido a la existencia de cromosomas supernumerarios, variando, en nuestra experiencia, su número diploide básico de $2n=38$ a valores de $2n=39$ y $2n=40$ cromosomas (presencia de 1 ó 2 B-cromosomas, respectivamente). Fig. 1, 2 y 3.

El estudio citogenético previo de este material, para la determinación de su número cromosómico, se ha realizado siguiendo la técnica de médula ósea propuesta por Hsu y Patton, 1969. La nomenclatura y clasificación de los cromosomas se ha realizado según los criterios propuestos por Levan, Fredga y Sandberg, 1964.

El estudio morfométrico de esta especie se ha llevado a cabo sobre la medida de nueve parámetros craneales perfectamente tipificados, Tabla 1. Los resultados de estas medidas, con la indicación del número cromosómico y sexo del individuo, quedan expresados en la Tabla 2.

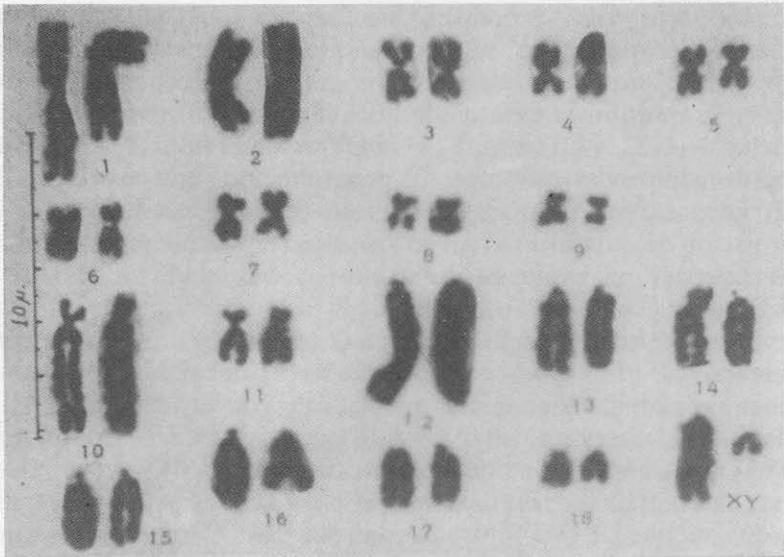


Figura 1: Cariotipo de *Rattus rattus frugivorus*.
Sexo ♂♂. Dotación cromosómica normal ($2n = 38$).

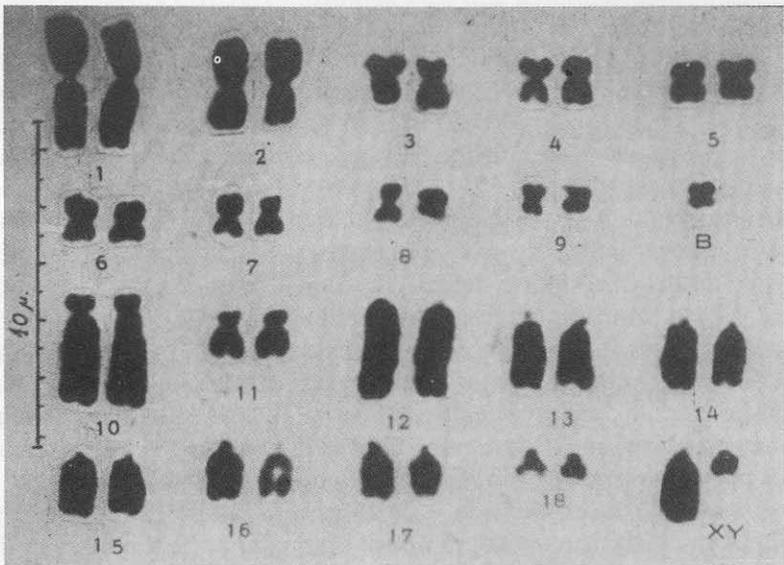


Figura 2: Cariotipo de *Rattus rattus frugivorus*.
Sexo ♂♂. Presencia de un B-cromosoma. ($2n = 39$).

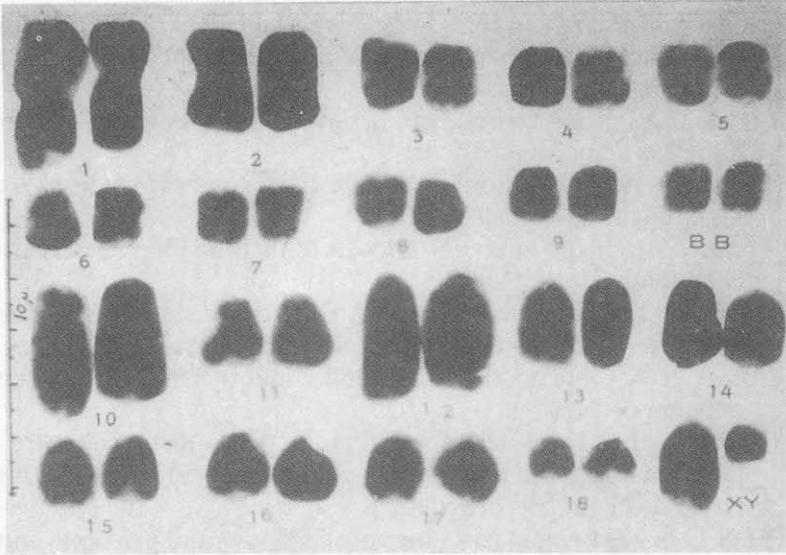
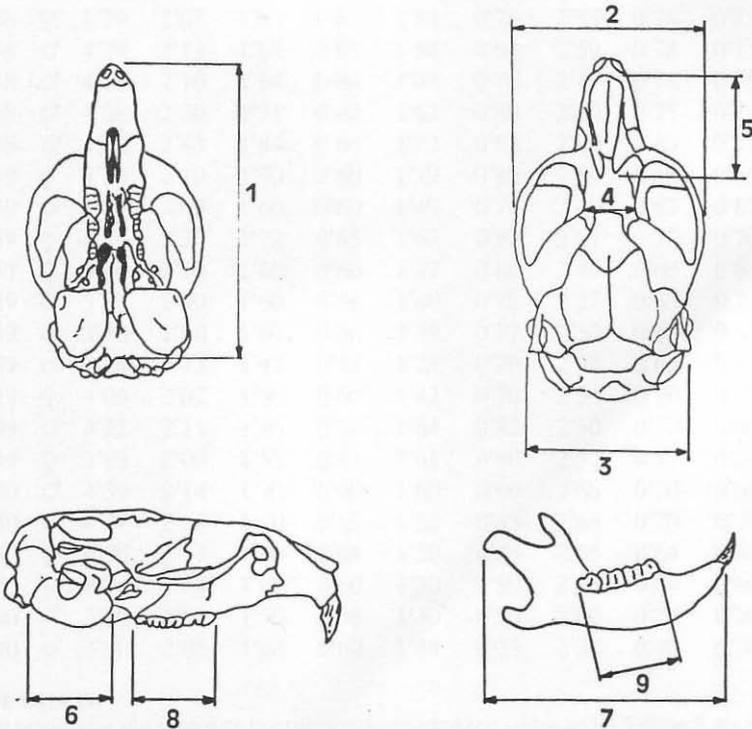


Figura 3: Cariotipo de *Rattus rattus frugivorus*.
Sexo ♂♂. Presencia de dos B-cromosomas. ($2n = 40$).

Tabla 1. Parámetros craneales medidos en los individuos de la muestra



- Y (1): L.C.B.- Longitud cóndilo-basal. Es la distancia comprendida entre la escotadura anterior de cada premaxilar y el borde posterior de los cóndilos occipitales.
- Y (2): A.Z.- Ancho zigomático. Es la anchura exterior máxima entre los arcos zigomáticos.
- Y (3): A.M.- Ancho mastoidal. Es la distancia entre los extremos de las apófisis mastoidales.
- Y (4): A.I.O.- Ancho interorbitario. Es la anchura mínima del estrechamiento frontal.
- Y (5): L.N.- Longitud de las nasales. Es la distancia entre el punto más anterior de las nasales y el punto de inserción de éstos.
- Y (6): A.A.A.- Ancho de las ámpulas auditivas. Es la anchura máxima de éstas.
- Y (7): L.M.- Longitud de las mandíbulas. Es la distancia entre el punto más anterior de la sínfisis mandibular y el borde más posterior de la apófisis articular.
- Y (8): S.D.S.- Serie dentaria superior. Es la longitud existente entre el borde anterior del alveolo M al borde posterior del M.
- Y (9): S.D.I.- Serie dentaria inferior. Se toman los mismos puntos de referencia que en el parámetro anterior, pero en la mandíbula.

Tabla 2. Número cromosómico, sexo y medidas en centímetros de los nueve parámetros craneales de los individuos de la muestra

			Y (1)	Y (2)	Y (3)	Y (4)	Y (5)	Y (6)	Y (7)	Y (8)	Y (9)
I	2n.	S	LCB	AZ	AM	AIO	LN	AAA	LM	SDS	SDI
1	38	♂	4'19	2'07	1'66	0'61	1'50	0'77	2'43	0'76	0'72
2	38	♀	3'99	2'03	1'72	0'60	1'50	0'69	2'33	0'73	0'70
3	38	♀	3'82	1'84	1'53	0'54	1'37	0'78	2'10	0'78	0'72
4	38	♂	4'50	2'16	1'70	0'67	1'64	0'90	2'72	0'78	0'76
5	38	♀	4'10	2'10	1'59	0'56	1'52	0'80	2'45	0'77	0'72
6	38	♂	4'34	2'10	1'71	0'62	1'63	0'81	2'59	0'74	0'73
7	38	♂	4'26	2'09	1'65	0'61	1'56	0'74	2'50	0'75	0'70
8	38	♂	4'23	2'11	1'69	0'61	1'54	0'81	2'50	0'76	0'71
9	38	♂	4'39	2'09	1'71	0'66	1'64	0'82	2'55	0'76	0'72
10	38	♂	4'13	2'03	1'59	0'61	1'34	0'87	2'41	0'75	0'70
11	38	♂	4'13	2'01	1'63	0'55	1'49	0'79	2'41	0'73	0'70
12	38	♂	4'24	2'18	1'69	0'62	1'50	0'80	2'54	0'73	0'70
13	38	♂	4'16	2'09	1'69	0'61	1'55	0'79	2'48	0'72	0'69
14	38	♂	4'63	2'22	1'75	0'67	1'61	0'83	2'71	0'72	0'67
15	38	♂	4'03	1'96	1'63	0'62	1'46	0'70	2'35	0'71	0'69
16	38	♀	3'94	1'87	1'60	0'62	1'41	0'74	2'29	0'71	0'66
17	38	♂	4'12	1'98	1'62	0'57	1'55	0'76	2'44	0'72	0'67
18	38	♂	3'87	1'73	1'57	0'62	1'45	0'74	2'28	0'73	0'69
19	38	♀	4'29	2'07	1'63	0'62	1'53	0'76	2'53	0'78	0'73
20	38	♂	4'29	2'13	1'67	0'63	1'54	0'80	2'59	0'78	0'75
21	38	♂	4'10	2'10	1'64	0'64	1'48	0'76	2'49	0'78	0'76
22	38	♂	4'38	2'20	1'71	0'62	1'62	0'80	2'60	0'75	0'73
23	38	♂	4'62	2'43	1'84	0'66	1'72	0'83	2'90	0'80	0'74
24	39	♀	4'28	2'10	1'70	0'60	1'59	0'80	2'59	0'65	0'65
25	39	♀	4'04	2'00	1'60	0'60	1'49	0'79	2'40	0'67	0'67
26	39	♀	4'30	2'20	1'72	0'65	1'63	0'80	2'67	0'70	0'70
27	39	♀	4'00	2'10	1'60	0'60	1'37	0'80	2'45	0'66	0'64
28	39	♂	3'77	1'90	1'60	0'56	1'40	0'78	2'27	0'65	0'70
29	39	♂	3'80	1'90	1'60	0'56	1'39	0'77	2'30	0'65	0'65
30	39	♂	3'28	1'73	1'47	0'58	1'24	0'70	2'98	0'65	0'65
31	39	♀	4'06	2'02	1'60	0'60	1'42	0'70	2'54	0'70	0'70
32	39	♂	4'21	2'11	1'46	0'66	1'64	0'82	2'50	0'70	0'69
33	39	♀	3'93	2'00	1'58	0'61	1'61	0'80	2'37	0'57	0'59
34	40	♂	4'39	2'14	1'70	0'60	1'60	0'90	2'68	0'70	0'66
35	40	♀	4'37	2'20	1'70	0'65	1'55	0'83	2'65	0'70	0'70
36	40	♀	4'30	2'17	1'60	0'64	1'50	0'85	2'55	0'64	0'64
37	40	♀	3'74	1'94	1'60	0'60	1'30	0'80	2'30	0'69	0'69
38	40	♂	3'20	1'84	1'50	0'56	1'30	0'70	2'00	0'70	0'70
39	40	♂	3'80	2'05	1'60	0'60	1'34	0'75	2'30	0'70	0'70

RESULTADOS:

Los resultados obtenidos en la experiencia quedan recogidos en las Tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3. Valores mínimos, máximos, media y desviación standard de cada uno de los nueve parámetros craneales, (Y (1) ... a Y (9)), considerados en la experiencia, en el total de los 39 individuos de la población.

RESULTADOS

TOTAL OBSERVATIONS: 39					
	Y (1)	Y (2)	Y (3)	Y (4)	Y (5)
	LCB	AZ	AM	AIO	LN
N OF CASES	39	39	39	39	39
MINIMUM	320.000	173.000	146.000	54.000	124.000
MAXIMUM	463.000	243.000	184.000	67.000	172.000
MEAN	410.821	205.103	163.718	61.051	150.256
STANDARD DEV	30.251	13.839	7.681	3.348	11.394
	Y (6)	Y (7)	Y (8)	Y (9)	
	AAA	LM	SDS	SDI	
N OF CASES	39	39	39	39	
MINIMUM	69.000	198.000	57.000	59.000	
MAXIMUM	90.000	290.000	80.000	76.000	
MEAN	78.667	245.487	71.718	69.436	
STANDARD DEV	5.059	18.880	4.957	3.530	

Tabla 4. Representa el número total de individuos, 39, una vez agrupados en dos clases, C=1 (2n=39; 2n=40) y C=2 (2n=38), indicativas de la presencia o ausencia de B-cromosomas en el cariotipo.

Del total de observaciones de cada clase C se dan las medidas máximas y mínimas para cada uno de los nueve parámetros craneales considerados (Y (1)...a...Y (9)), así como el valor medio y la desviación standard.

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

C = 1.000

TOTAL OBSERVATIONS: 16

	Y (1)	Y (2)	Y (3)	Y (4)	Y (5)
	LCB	AZ	AM	AIO	LN
N OF CASES	16	16	16	16	16
MINIMUM	320.000	173.000	146.000	56.000	124.000
MAXIMUM	439.000	220.000	172.000	66.000	164.000
MEAN	396.687	202.500	160.187	60.438	146.062
STANDARD DEV	35.990	13.555	7.799	3.183	13.244
	Y (6)	Y (7)	Y (8)	Y (9)	
	AAA	LM	SDS	SDI	
N OF CASES	16	16	16	16	
MINIMUM	70.000	198.000	57.000	59.000	
MAXIMUM	90.000	268.000	70.000	70.000	
MEAN	78.688	240.937	67.063	67.063	
STANDARD DEV	5.474	21.406	3.586	3.235	

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

C = 2.000

TOTAL OBSERVATIONS: 23

	Y (1)	Y (2)	Y (3)	Y (4)	Y (5)
	LCB	AZ	AM	AIO	LN
N OF CASES	23	23	23	23	23
MINIMUM	382.000	173.000	153.000	54.000	134.000
MAXIMUM	463.000	243.000	184.000	67.000	172.000
MEAN	420.652	206.913	166.174	61.478	153.174
STANDARD DEV	21.240	14.042	6.713	3.462	9.109
	Y (6)	Y (7)	Y (8)	Y (9)	
	AAA	LM	SDS	SDI	
N OF CASES	23	23	23	23	
MINIMUM	69.000	210.000	71.000	66.000	
MAXIMUM	90.000	290.000	80.000	76.000	
MEAN	78.652	248.652	74.957	71.087	
STANDARD DEV	4.877	16.667	2.637	2.729	

Tabla 5. Valores mínimos, máximos, media y desviación standard de cada uno de los nueve parámetros craneales de la experiencia (Y (1)...a...Y (9)), considerando la población dividida en dos clases, S=1 (♀♀) y S=2 (♂♂), según el sexo de los individuos.

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

S = 1.000 (♀ ♀)

TOTAL OBSERVATIONS: 14

	Y (1) LCB	Y (2) AZ	Y (3) AM	Y (4) AIO	Y (5) LN
N OF CASES	14	14	14	14	14
MINIMUM	374.000	184.000	153.000	54.000	130.000
MAXIMUM	437.000	220.000	172.000	65.000	163.000
MEAN	408.286	204.571	162.643	60.643	148.500
STANDARD DEV	19.750	11.161	5.904	3.054	9.851
	Y (6) AAA	Y (7) LM	Y (8) SDS	Y (9) SDI	
N OF CASES	14	14	14	14	
MINIMUM	69.000	210.000	57.000	59.000	
MAXIMUM	85.000	267.000	78.000	73.000	
MEAN	78.143	244.429	69.643	67.929	
STANDARD DEV	4.504	15.834	5.826	3.931	

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

S = 2.000 (♂ ♂)

TOTAL OBSERVATIONS: 25

	Y (1) LCB	Y (2) AZ	Y (3) AM	Y (4) AIO	Y (5) LN
N OF CASES	25	25	25	25	25
MINIMUM	320.000	173.000	146.000	55.000	124.000
MAXIMUM	463.000	243.000	184.000	67.000	172.000
MEAN	412.240	205.400	164.320	61.280	151.240
STANDARD DEV	35.097	15.346	8.572	3.542	12.255
	Y (6) AAA	Y (7) LM	Y (8) SDS	Y (9) SDI	
N OF CASES	25	25	25	25	
MINIMUM	70.000	198.000	65.000	65.000	
MAXIMUM	90.000	290.000	80.000	76.000	
MEAN	78.960	246.080	72.880	70.280	
STANDARD DEV	5.412	20.678	4.076	3.048	

DISCUSION

Una vez finalizada la etapa descriptiva, posterior al descubrimiento de los Bs, la investigación sobre su posible efecto se vio relativamente abandonada, ya que al no encontrarse pruebas determinantes de la influencia cualitativa sobre el fenotipo se consideraron genéticamente inertes (Puertas, M. J., 1975).

Posteriormente, han sido numerosos los trabajos donde se evidencia el efecto cualitativo fenotípico de los B-cromosomas, (Puertas, M. J. y Carmona, R., 1977), (Fernández Piqueras y Sentis, C., 1979), (Ruiz Rejón, M. y Ruiz Rejón, C., 1987).

Por lo que respecta a aclarar una posible relación entre presencia de Bs y efecto fenotípico cuantitativo, sólo conocemos el trabajo de Camacho, J. P.; Carballo, A. R. y Cabrero, J., 1980, en *E. plorans*, donde no se pusieron de manifiesto diferencias significativas en toda una serie de caracteres morfológicos externos entre individuos portadores y no portadores de B-cromosomas.

En esta línea, de demostrar una posible influencia de los Bs sobre la variación morfológica de los individuos portadores, situamos nuestro estudio.

Como primera contribución se ofrecen los valores medios, en cada uno de los nueve parámetros morfométricos considerados, para la especie en general (Tabla 3) y con dependencia del sexo del individuo (Tabla 5). De esta última tabla se deduce una ligera diferencia de tamaño craneal a favor de los individuos de sexo ♂ respecto a los de sexo ♀.

Por otra parte, se pone de manifiesto que los valores medios de los parámetros craneales considerados en la experiencia son superiores en la clase C = 2 (ausencia de Bs) que en la C = 1 (presencia de 1 ó 2 Bs), con la excepción del Y (6) -Anchura de Ampula Auditiva-, donde la coincidencia entre los valores de ambas clases es absoluta (Tabla 4).

Esta diferencia se hace máxima en Y (8) -Serie Dentaria Superior-, aproximadamente 0'7 mm. Dicho parámetro craneal, tanto para las clases C = 1, como C = 2, presenta unos valores perfectamente diferenciados y agrupados, en cuanto a la amplitud de su distribución, en torno a un estrecho margen de medidas, tal y como indican los pequeños valores que toman sus desviaciones standard.

Aunque parte de esta marcada diferencia puede ser explicada por el mayor número de machos que entran a formar parte de la clase C = 2 (número de ♂♂ = 18) frente a la C = 1 (número de ♂♂ = 7) no podemos por sí solo considerar este hecho como explicativo del fenómeno, ya que además, y como caso único entre las nueve medidas morfométricas, los intervalos de valores entre los máximos y mínimos de cada clase, no son coincidentes. Así, el intervalo en la clase C = 1 se extiende entre 5'7 mm. y 7'0 mm. y en la C = 2 entre 7'1 mm. y 8'0 mm.

BIBLIOGRAFIA

- CAMACHO, J. P. M.; CARBALLO, R. y CABRERO, J. (1980): *Chromosoma*, 80, 163-175.
- HEWITT, G. M. (1979): *Animal Cytogenetics*. Gebruder Borntraeger. Berlín.
- HSU, T. C. y PATTON, J. L. (1969): *Comparative Mammalian Cytogenetics*. 454-460. New York.
- LEVAN, A.; FREDGA, K. y SANDBERG, A. (1964): *Hereditas*, 51: 201-220.
- LONGLEY, A. E. (1927): *J. Agric. Res.* 35, 769-784.
- PUERTAS, M. J. (1975): *Monogr. Dep. Genética*. Universidad Complutense. Madrid.
- PUERTAS, M. J. y CARMONA, R. (1977): *Theor. Appl. Genet.*, 51: 111-117.
- RUIZ REJON, M.; RUIZ REJON, C. y OLIVER, J. L. (1987): *Investigación y Ciencia*.