

ESTUDIO DE LAS DIFERENCIAS  
EXISTENTES ENTRE LAS MEDIDAS DE  
LOS PARAMETROS CRANEALES, EN  
UNA POBLACION DE *RATTUS RATTUS*  
SSP. *FRUGIVORUS*, DEBIDO A LA  
PRESENCIA DE B-CROMOSOMAS

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 el presente trabajo se ponen de manifiesto variaciones significativas en las medidas de tres parámetros craneales debido a la presencia de B-cromosomas, en individuos de la especie *Rattus rattus* ssp. *frugivorus*, y se propone un procedimiento matemático para la clasificación cromosómica de estos individuos en base a dichas medidas.

## INTRODUCCION

Los B-cromosomas fueron detectados por primera vez por A.E. Longley (1927), en el maíz. Desde entonces han sido observados en gran número de especies animales y vegetales. Contrariamente a lo que se pensaba hace algunos años, los B-cromosomas no son completamente inertes. Parece ser que su efecto sobre el genoma está en función de la cantidad de ADN que presentan y de la información genética que alberguen y pueda ser expresada.

Está plenamente demostrado el efecto de los B-cromosomas

sobre la expresión de diferentes caracteres incluidos en el dominio celular, tales como la formación de quiasmas, el apareamiento cromosómico, la composición nuclear, el grado de desarrollo y la fertilidad (Bergerard, 1972); (M. J. Puertas & R. Carmona, 1977); (Hewitt, 1979); (J. P. M. Camacho y al.); (C. Ruiz Rejón y al., 1987).

A nivel exofenotípico, en la mayoría de los casos, no se detecta efecto alguno debido a la presencia de este tipo de cromosomas. Como excepciones a la norma, citaremos a las plantas *Haplopappus gracilis*, donde el color de los achenes cambia por la presencia de Bs (Jackson & Newmark, 1960) y *Plantago coronopus*, donde los Bs inducen androesterilidad (Paliwal & Hyde, 1959). En el reino animal conocemos el caso de *Pseudococcus obscurus*, donde la presencia de Bs aumenta la longitud de la tibia (Nur, 1962), o de *Camnnulla pellucida*, donde esta presencia produce acortamiento en el fémur de los individuos (Nur, 1969).

En este estudio nos planteamos, una vez puesta de manifiesto la relación existente entre presencia de B-cromosomas y la variación en los parámetros craneales del individuo que los porta (R. G. Ladrón de Guevara; M. Plaza Delgado & J. Pardo González, 1988), verificar si esas diferencias adquieren valores significativos en alguna de las medidas consideradas a la vez que intentaremos poner a punto un método matemático que nos clasifique cualquier individuo de la población en una de las dos clases cromosómicas posibles (+Bs; -Bs), a partir de sus medidas craneales, y con un cierto grado de probabilidad.

## MATERIAL Y METODO

El material biológico utilizado para la experiencia ha consistido en una serie de 44 individuos, pertenecientes a la especie *Rattus rattus* ssp. *frugivorus*, recolectados en distintos puntos geográficos del Sur-Este de la Península Ibérica. Esta especie se caracteriza por, entre otros aspectos genéticos (R. Díaz de la Guardia, 1977), (R. Gómez L. de Guevara & R. Díaz de la Guardia, 1981), 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).

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 & Sanberg, 1964.

El estudio morfométrico de esta especie se ha llevado a cabo sobre la medida de siete parámetros craneales perfectamente tipificados: LCB (Longitud Cóndilo-Basal), AZ (Ancho Zigomático), AM (Ancho Mastoidal), LN (Longitud de los Nasaes), LM (Longitud de las Mandíbulas), SDS (Serie Dentaria Superior) y SDI (Serie Dentaria Inferior); y sobre los individuos capturados que, con independencia de su tamaño corporal, hubiesen alcanzando la madurez sexual para así poder ser considerados como adultos desde el punto de vista biológico.

La metodología estadística utilizada ha consistido en la comparación de medias por el parámetro "t" de Student y en análisis discriminante (Anderson, T. W., 1984) aplicado a la totalidad de los parámetros craneales.

## RESULTADOS

### A) Medidas de parámetros craneales.

El número cromosómico de cada individuo con la indicación de la clase cromosómica a la que pertenece, así como la medida que presenta para cada parámetro craneal, queda expresado en la Tabla 1.

La Tabla 2 recoge las medidas máximas y mínimas para cada uno de los siete parámetros craneales considerados, así como su valor medio y desviación standard; una vez agrupados los individuos en las dos clases cromosómicas  $C_1$  (+Bs) y  $C_2$  (-Bs).

### B) Estadístico "t".

En la Tabla 3 se comparan los valores medios para las siete medidas entre individuos portadores y no portadores de B-cromosomas, mediante el estadístico "t".

### C) Análisis discriminante.

En la Tabla 4 se relaciona la clase cromosómica de cada individuo,  $C_1$  (+Bs) y  $C_2$  (-Bs), con el valor F de su función discriminante.

**Tabla 1. Número cromosómico, clase y medidas en centímetros de los parámetros craneales en los distintos individuos de la muestra.**

ID: Número de orden del individuo estudiado.

C: Clase cromosómica ( $C_1 = +Bs$  y  $C_2 = -Bs$ ).

**DATOS DEL PROBLEMA**

ID	C	LCB	AZ	AM	LN	LM	SDS	SDI
1'00	1'00	4'39	2'14	1'70	1'60	2'68	0'70	0'66
2'00	1'00	4'55	2'20	1'70	1'64	2'70	0'79	0'82
3'00	1'00	4'37	2'20	1'70	1'55	2'65	0'70	0'70
4'00	1'00	4'30	2'17	1'60	1'50	2'55	0'64	0'64
5'00	1'00	3'74	1'94	1'60	1'30	2'30	0'69	0'69
6'00	1'00	3'20	1'84	1'50	1'30	2'00	0'70	0'70
7'00	1'00	3'80	2'05	1'60	1'34	2'30	0'70	0'70
8'00	1'00	4'28	2'10	1'70	1'59	2'59	0'65	0'65
9'00	1'00	4'04	2'00	1'60	1'49	2'40	0'67	0'67
10'00	1'00	4'30	2'20	1'72	1'63	2'67	0'70	0'70
11'00	1'00	4'00	2'10	1'60	1'37	2'45	0'66	0'64
12'00	1'00	3'77	1'90	1'60	1'40	2'27	0'65	0'70
13'00	1'00	3'80	1'90	1'60	1'39	2'30	0'65	0'65
14'00	1'00	3'28	1'73	1'47	1'24	1'98	0'65	0'65
15'00	1'00	4'15	2'10	1'67	1'55	2'49	0'72	0'69
16'00	2'00	4'19	2'07	1'66	1'50	2'43	0'76	0'72
17'00	1'00	4'22	2'11	1'72	1'50	2'61	0'76	0'72
18'00	1'00	4'26	2'08	1'67	1'62	2'49	0'77	0'72
19'00	2'00	3'99	2'03	1'72	1'50	2'33	0'73	0'70
20'00	2'00	3'82	1'84	1'53	1'37	2'10	0'78	0'72
21'00	2'00	4'50	2'16	1'70	1'64	2'72	0'78	0'76
22'00	1'00	3'95	1'94	1'63	1'42	2'35	0'74	0'71
23'00	2'00	4'10	2'10	1'59	1'52	2'45	0'77	0'72
24'00	2'00	4'34	2'10	1'71	1'63	2'59	0'74	0'73
25'00	2'00	4'26	2'09	1'65	1'56	2'50	0'75	0'70
26'00	2'00	4'23	2'11	1'69	1'54	2'50	0'76	0'71
27'00	2'00	4'39	2'09	1'71	1'64	2'55	0'76	0'71
28'00	2'00	4'13	2'03	1'59	1'34	2'41	0'75	0'70
29'00	2'00	4'13	2'01	1'63	1'49	2'41	0'73	0'70
30'00	1'00	4'06	2'02	1'60	1'42	2'54	0'70	0'70
31'00	1'00	4'81	2'11	1'46	1'64	2'50	0'70	0'69
32'00	2'00	4'24	2'18	1'69	1'58	2'54	0'73	0'70
33'00	2'00	4'16	2'09	1'69	1'55	2'48	0'72	0'69
34'00	2'00	4'63	2'22	1'75	1'61	2'71	0'72	0'67
35'00	2'00	4'03	1'96	1'63	1'46	2'35	0'71	0'69
36'00	2'00	3'94	1'87	1'60	1'41	2'29	0'71	0'66
37'00	2'00	4'12	1'98	1'62	1'55	2'44	0'72	0'67
38'00	2'00	3'87	1'73	1'57	1'45	2'28	0'73	0'69
39'00	2'00	4'29	2'07	1'63	1'53	2'53	0'78	0'73
40'00	2'00	4'29	2'13	1'67	1'54	2'59	0'78	0'75
41'00	2'00	4'10	2'10	1'64	1'48	2'49	0'78	0'76
42'00	2'00	4'38	2'20	1'71	1'62	2'60	0'75	0'73
43'00	2'00	4'62	2'43	1'84	1'72	2'90	0'80	0'74
44'00	1'00	3'93	2'00	1'58	1'61	2'37	0'57	0'59

**Tabla 2. Resultados de las medidas máximas, mínimas, medias y desviaciones standard de los parámetros craneales en las clases cromosómicas  $C_1$  (+Bs) y  $C_2$  (-Bs).**

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

$$C = 1.000$$

TOTAL OBSERVATIONS: 21

	LCB	AZ	AM	LN	LM
N OF CASES	21	21	21	21	21
MINIMUM	3.200	1.730	1.460	1.240	1.980
MAXIMUM	4.550	2.200	1.720	1.640	2.700
MEAN	4.029	2.040	1.620	1.481	2.438
STANDARD DEV	0.345	0.127	0.077	0.127	0.201

	SDS	SDI
N OF CASES	21	21
MINIMUM	0.570	0.590
MAXIMUM	0.790	0.820
MEAN	0.691	0.685
STANDARD DEV	0.050	0.045

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:

$$C = 2.000$$

TOTAL OBSERVATIONS: 23

	LCB	AZ	AM	LN	LM
N OF CASES	23	23	23	23	23
MINIMUM	3.820	1.730	1.530	1.340	2.100
MAXIMUM	4.630	2.430	1.840	1.720	2.900
MEAN	4.207	2.069	1.662	1.532	2.487
STANDARD DEV	0.212	0.140	0.067	0.091	0.167

	SDS	SDI
N OF CASES	23	23
MINIMUM	0.710	0.660
MAXIMUM	0.800	0.760
MEAN	0.750	0.711
STANDARD DEV	0.026	0.027

**Tabla 3. Comparación de valores medios entre individuos portadores y no portadores de Bs, mediante el estadístico "t".**

LCB	+Bs = 4'029 -Bs = 4'207	t = 2'54 > P(0'05)
AZ	+Bs = 2'040 -Bs = 2'069	t = 0'71 < P(0'05)
AM	+Bs = 1'620 -Bs = 1'662	t = 1'93 < P(0'05)
LN	+Bs = 1'481 -Bs = 1'532	t = 1'53 < P(0'05)
LM	+Bs = 2'438 -Bs = 2'487	t = 0'88 < P(0'05)
SDS	+Bs = 0'691 -Bs = 0'750	t = 4'98 > P(0'05)
SDI	+Bs = 0'685 -Bs = 0'711	t = 2'34 > P(0'05)

**Tabla 4.** Correspondencia entre la clase cromosómica (C) de cada uno de los individuos analizados con el valor de su función discriminante (F).

ID	C	F	ID	C	F
1	1	0'4091721	23	2	-2'26939
2	1	0'5729485	24	2	-0'9012413
3	1	2'679436	25	2	-3'604599
4	1	4'306774	26	2	-3'934166
5	1	4'132851	27	2	-5'528099
6	1	4'419083	28	2	-2'463364
7	1	3'206726	29	2	-2'071518
8	1	3'221035	30	1	5'459069
9	1	2'689847	31	1	3.228493
10	1	3'406037	32	2	-1'060074
11	1	4'307008	33	2	-1'375412
12	1	6'479538	34	2	-3'593918
13	1	3'926556	35	2	-1'161728
14	1	4'67767	36	2	-2'868576
* 15	1	-0'6776123	37	2	-2'32193
16	2	-4'065395	38	2	-2'2938
* 17	1	-0'7126732	39	2	-3'66634
* 18	1	-4'994274	40	2	-1'449474
19	2	-3'608093	41	2	-0'3044891
20	2	-7'453839	42	2	-1'710896
21	2	-1'09549	43	2	-2'736004
* 22	1	-1'416466	44	1	6'915085

El signo (\*) señala a los individuos en los cuales no se cumple la correlación establecida por la función discriminante.

## DISCUSION

Al comparar los resultados obtenidos para las distintas medidas craneales, una vez dividida la población en dos clases cromosómicas distintas,  $C_1 (+Bs)$  y  $C_2 (-Bs)$ , se pone de manifiesto una ligera diferencia, en la totalidad de las longitudes medidas, a favor de los individuos con cariotipo normal  $2n=38$  (Tabla 2).

Estas diferencias, una vez aplicado el estadístico "t" sobre los valores medios poblacionales, sólo adquieren valor significativo en los parámetros Longitud Cóndilo-Basal (LCB), Serie Dentaria Superior (SDS) y Serie Dentaria Inferior (SDI), con lo cual se demuestra al menos la influencia teórica de los supernumerarios en el exofenotipo (Tabla 3).

Debido a los pequeños márgenes existentes entre las medidas craneales de los individuos de una y otra clase cromosómica intentaremos poner a punto un método que sea capaz de, partiendo de esas mínimas diferencias, clasificarnos la población de modo que podamos determinar, con un cierto grado de probabilidad, la clase cromosómica a la que pertenece determinado individuo.

Una vez efectuado el tratamiento de los datos mediante la técnica de análisis discriminante (Anderson, T. W., 1984), observamos una alta correlación entre los individuos portadores de Bs y los valores positivos que en ellos toma la función F discriminante así como la correspondencia de una F negativa para los individuos de constitución cromosómica normal (Tabla 4).

Sólo cuatro individuos del total de los analizados compaginan la presencia de algún cromosoma accesorio en su genomio con la presencia de medidas craneales propias de individuos portadores de complemento cromosómico básico. La alta correlación demostrada por esta técnica de análisis discriminante, cercana al 91% de los casos, a la hora de analizar una población en base a sus medidas craneales parece hacer de éste sistema estadístico un método capaz de clasificarnos un individuo, en cuanto a su constitución cromosómica particular, con un alto grado de confianza.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, T. W.: John Wiley Edit. New York (1984).  
BERGERARD, J.: C. R. Acad. Sc. (Paris). 275. 783-786 (1972).  
CAMACHO, J. P. M.; CARBALLO, R. y CABRERO, J.: *Chromosoma* 80. 163-175 (1980).  
DIAZ de la GUARDIA: *Genética* 51. 103-106 (1977).  
GOMEZ L. de GUEVARA, R. y DIAZ de la GUARDIA, R.: *Genética* 57. 99-103 (1981).



- GOMEZ L. de GUEVARA, R.; PLAZA DELGADO, M. y PARDO GONZALEZ, J. E.: Rev. de E.U. Formación Prof. Albacete. 2. 205-216 (1988).
- HEWITT, G. M.: *Animal Cytogenetics*. Gebrüder Borntraeger. Berlín (1979).
- HSU, T. C. y PATTON, J. L.: *Comparative Mammalian Cytogenetics*. 454-460. New York (1969).
- JACKSON, R. C. y NEWMARK, P.: *Science*. 4. 1316-1317 (1960).
- LEVAN, A.; FREDGA, K. y SANDBERG, A.: *Hereditas*, 51. 201-220 (1964).
- LONGLEY, A. E.: *J. Agric. Res.* 35. 769-784 (1927).
- PALIWAL, R. L. y HYDE, B. B.: *Amer. J. Bot.* 46. 460-466 (1959).
- NUR, U.: *Genetics*. 47. 1679-1690 (1962).
- NUR, U.: *Chromosoma* (Berl.). 27. 1-19 (1969).
- PUERTAS, M. J.: Monograf. Depto. Genética. Universidad Complutense. Madrid (1975).
- PUERTAS, M. J. y CARMONA, R.: *Theor. Appl. Genet.* 51. 111-117 (1977).
- RUIZ REJON, M.; RUIZ REJON, C. y OLIVER, J. L.: *Investigación y ciencia*. (1987).