

## Las especies chilenas de *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae). I. Estabilidad cariotípica

### The Chilean species of *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae) I. Karyotypical stability

MILTON GALLARDO N.

Universidad Austral de Chile. Instituto de Ecología y Evolución, Casilla 57-D, Valdivia-Chile  
(Recibido para publicación el 3 de diciembre de 1977)

GALLARDO, M. Las especies chilenas de *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae). I. Estabilidad Cariotípica. The Chilean species of *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae). Arch. Biol. Med. Exper. 12: 71-82, 1979.

The karyotypes and idiograms of the burrowing rodents *C. opimus*, *C. fulvus*, *C. robustus*, *C. maulinus maulinus*, *C. maulinus brunneus*, *C. sp.* and *C. magellanicus magellanicus* are described. Karyotypical stability at species and sub-species level is noted and strongly contrasts with chromosome multiformity described for the transandine species of the genus. Assuming that taxonomic designations agree with the number of biological species, this situation could be interpreted in nature as an ecophysiological adaptation in which the karyotype as a whole might have an adaptive meaning. The other alternative is that karyotypical stability can be a reflexion of outdated taxonomy and that nominal forms of *Ctenomys* actually correspond to a lower number of biological species each one with a distinctive chromosomal formula.

#### CHROMOSOMES RODENTIA CTENOMYS

En los roedores subterráneos se encuentra un magnífico ejemplo de convergencia en la explotación de un sólo nicho (1).

Entre los roedores Histricomorfos, destaca de manera notoria el género *Ctenomys* por su politipia (2, 3) y sistema de vida hipogeico.

Desde un punto de vista citogenético, roedores subterráneos como *Thomomys* (4, 5, 6, 7), *Spalax* (8, 9, 10) y *Geomys* (11, 12) presentan modelos de especiación relacionados con reordenamientos cromosómicos. *Ctenomys* no constituye una excepción. En efecto, del estudio de 13 especies de Argentina, Brasil y Uruguay (13) se ha comprobado una amplia multiformidad cromosómica intragenérica ( $2N = 22$  a 68), de suerte tal que cada especie muestra cariotipos específicos y diferenciados nítidamente por reordenamientos numérico-estructurales.

Tan extrema variación estimuló al estudio de *Ctenomys* en Chile. En el presente trabajo se da a conocer el cariotipo e idiograma de las especies chilenas de *Ctenomys* en las cuales hay uniformidad cromosómica. Este cuadro, cuyos resultados son significativamente diferentes a los descritos para la vertiente oriental de los Andes, podría ser explicado de manera tentativa por dos situaciones de distinto carácter:

a) La uniformidad cromosómica, factor que aparece con caracteres relevantes en el estudio, pudiera ser producto de una adaptación ecofisiológica en que la diferenciación cromosómica estaría relacionada con la colonización de ciertos ambientes.

b) Una profunda revisión del género podría señalarnos que la uniformidad cariotípica de las especies chilenas es sólo el reflejo de

una taxonomía antigua e inadecuada, caso en el cual aquellas formas nominales corresponderían a un número mucho menor de especies.

### MATERIAL Y METODOS

Entre 1972 y 1977 se capturaron 290 ejemplares de *Ctenomys* de Chile, como parte de un estudio sobre la biología del género. Se procesaron 67 ejemplares para análisis cromosómico. Los animales se capturaron con trampas Oneida Víctor N° 0. La mayoría de las especies fueron colectadas en la localidad tipo y se las clasificó según Osgood (14). Pielés y cráneos se depositaron en la colección de Mamíferos del Instituto de Ecología y Evolución de la Universidad Austral de Chile (IEEUA).

Las especies estudiadas, el número de individuos analizados y las localidades son las siguientes:

1. *Ctenomys opimus* Wagner. 5 hembras. Lago Chungará, provincia de Tarapacá (18°15'S, 69°10'W).
2. *Ctenomys robustus* Philippi. 6 machos, 7 hembras. La Huayca, Canchones, provincia de Tarapaca (20°25'S, 69°35'W).
3. *Ctenomys fulvus* Philippi. 2 machos, 6 hembras. San Pedro de Atacama, provincia de Antofagasta (22°25'S, 68°15'W).
4. *Ctenomys maulinus maulinus* Philippi. 6 machos, 14 hembras. Laguna de Maule, provincia de Talca (36°0'S, 70°30'W).
5. *Ctenomys maulinus brunneus* Osgood. 3 machos, 1 hembra. Río Colorado, Lonquimay, provincia de Malleco (38°25'S, 71°30'W).
6. *Ctenomys sp.* 9 machos, 5 hembras. Lonquimay, provincia de Malleco (38°30'S, 71°25'W).
7. *Ctenomys magellanicus magellanicus* Bennett. 3 machos. La Cumbre, cordillera Bagueles, provincia de Última Esperanza (50°40'S, 72°25'W).

Las placas metafásicas se obtuvieron según la técnica de Ford y Hamerton (15), con modificaciones. Las preparaciones se tiñeron con Giemsa al 2% y se fotografiaron a 1250x en un fotomicroscopio Orthoplan Leitz.

La nomenclatura de los cromosomas según la posición del centrómero sigue a Levan et al. (16). Sin embargo, el NF se calculó mediante la fórmula  $2(m + sm + sa) + a + X$  (18). La longitud de cada cromosoma se ha expresado como porcentaje del complemento haploide de la hembra, incluido el X. Respecto al tamaño cromosómico se siguió la nomenclatura convencional introducida por Reig y Kiblsky (13).

Los cariotipos e idiogramas se ordenaron en ciertos casos según la morfología cromosómica, indicándose bajo ellos el lugar de orden que ocupan en el complemento.

Simultáneamente, y para observar la variación morfológica de los gametos masculinos, se analizaron los espermios de las especies aquí tratadas. Estos se obtuvieron del epidídimo y se colocaron en solución Hanks pH 7.0. Los frotis se hicieron por arrastre y se fijaron al Alfac. Se tiñeron por 30' en Giemsa 7% disuelto en buffer fosfato Sörensen pH 7.0 y se fotografiaron a 1250X.

### RESULTADOS

#### *Ctenomys opimus* Wagner (2N = 26, NF = 52)

Todos los elementos del cariotipo son bibráquiados (Figs. 1 y 9). Entre ellos se cuentan 6 pares metacéntricos, 3 grandes (1, 2 y 3) y 3 medianos (6, 8 y 9). Los pares 4, 5 y 7 son submetacéntricos medianos y los restantes (11, 12 y 13) son submetacéntricos pequeños. El par 11 es identificable de inmediato por presentar una nítida constricción secundaria en la región media del brazo largo.

Dado que la muestra consta sólo de hembras, no se ha podido identificar el par sexual. A juzgar por la similitud cariotípica con *C. fulvus* y *C. robustus* se supone que el X es un submetacéntrico mediano (6,27%); probablemente el Y es un submetacéntrico pequeño.

#### *Ctenomys robustus* Philippi (2N = 25, NF = 52)

Su complemento, al igual que en *C. opimus* es totalmente bibráquiado. Comprende 3 elementos grandes (pares 1, 2 y 3) y medianos (pares 6, 7 y 9), metacéntricos (Figs. 2 y 9). Los pares 4, 5 y 8 son submetacéntricos medianos. Los submetacéntricos pequeños están representados por los pares 11, 12 y 13. El par 11 exhibe una clara constricción secundaria en el brazo largo.

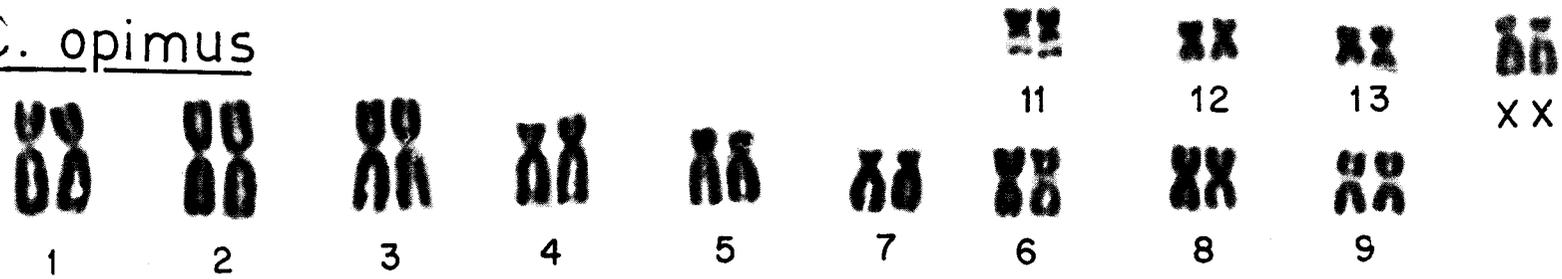
El par sexual está constituido por dos elementos submetacéntricos. El X es de tamaño mediano (5,9%); el Y es pequeño (3,03%) (Cuadro I).

#### *Ctenomys fulvus* Philippi (2N = 26, NF = 52)

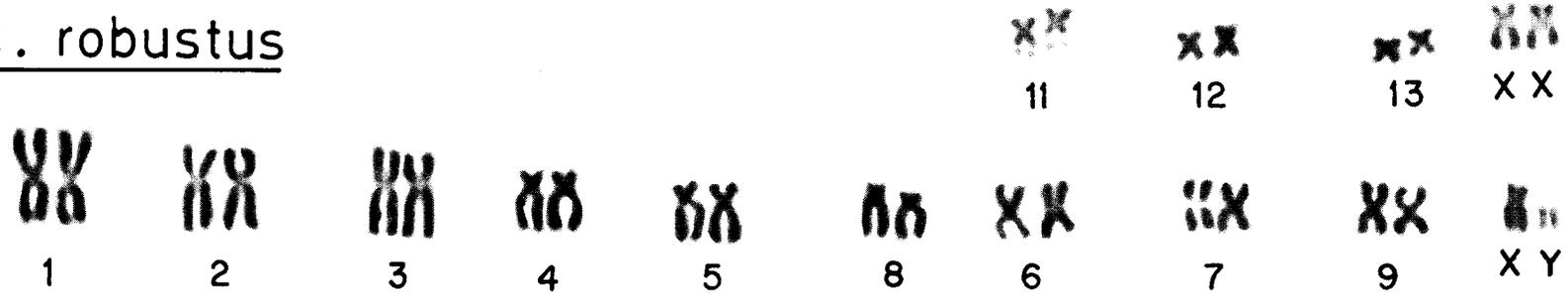
Presenta un cariotipo totalmente bibráquiado (Figs. 3 y 10). El complemento autosómico incluye 6 pares de metacéntricos, 3 grandes (pares 1, 2 y 3) y 3 medianos (pares 6, 7 y 8); y 6 pares de submetacéntricos, 3 de los cuales son medianos (pares 4, 5 y 9) y los 3 restantes son pequeños (pares 11, 12 y 13). Al igual que las otras dos especies del desierto, el par 11 lleva una constricción secundaria en la región media del brazo largo.

El par sexual consta de un X submetacéntrico mediano (5,98%) y un Y también submetacéntrico, pequeño (3,23%) (Cuadro I).

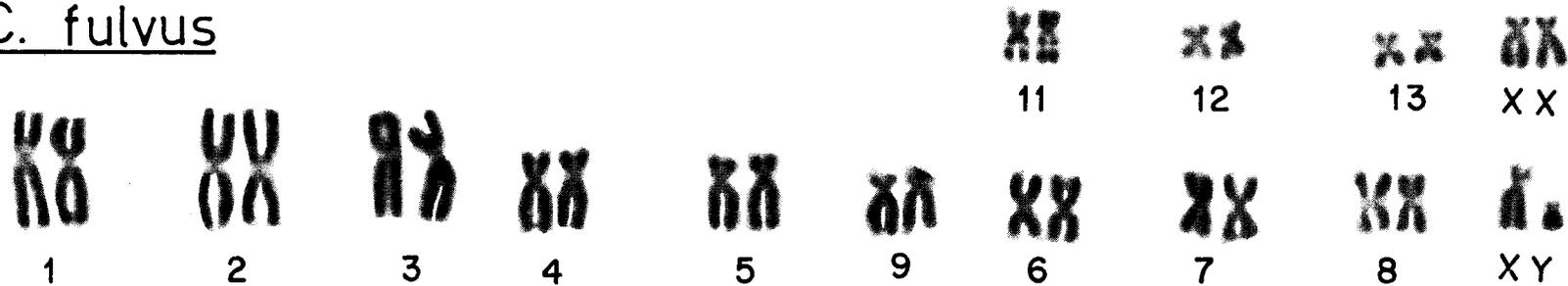
1 C. opimus



2 C. robustus

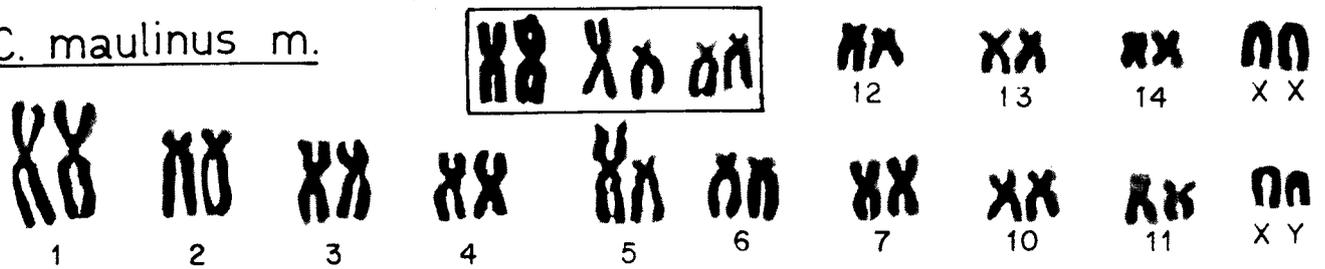


3 C. fulvus

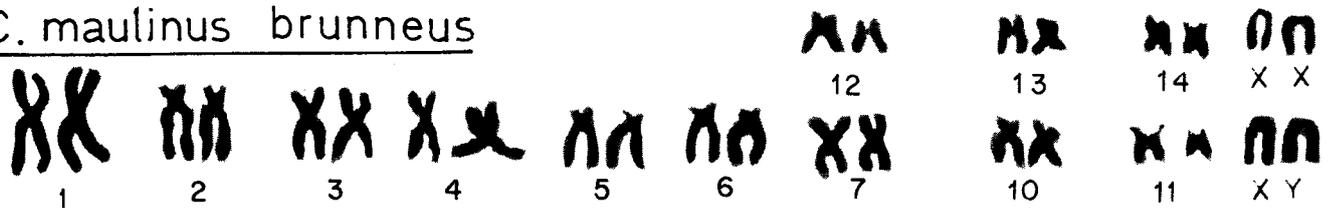


Figs. 1 al 7. Cariotipos de especies chilenas en *Ctenomys*. Bajo cada cromosoma se indica el lugar que ocupan en el complemento, en orden decreciente. La línea corresponde a 10 micrones.

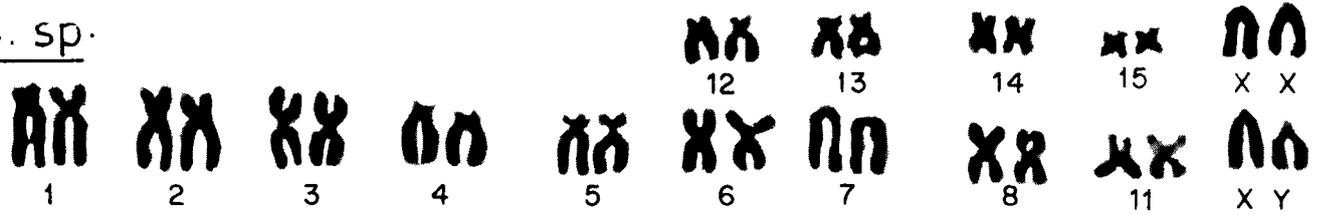
4 C. maulinus m.



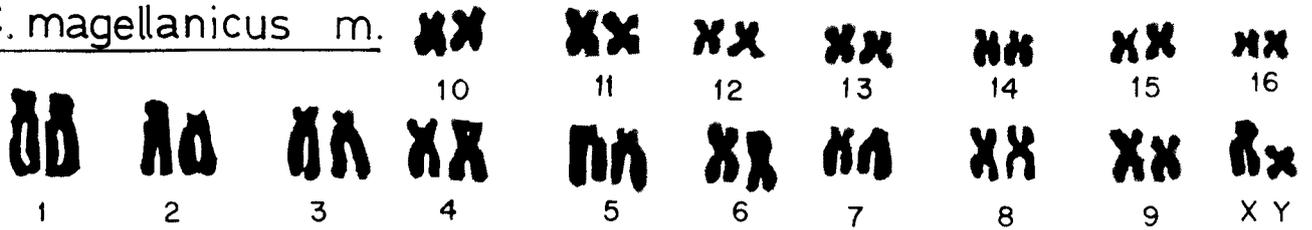
5 C. maulinus brunneus



6 C. sp.



7 C. magellanicus m.



Figs. 1 al 7. Cariotipos de especies chilenas en *Ctenomys*. Bajo cada cromosoma se indica el lugar que ocupan en el complemento, en orden decreciente. La línea de a 10 micrones.

## CUADRO II

Distribución por sexos de las distintas formas cromosómicas en el par 5 de 20 especímenes de *Ctenomys maulinus maulinus*

	st st	st m	m m
Machos	2	4	2
Hembras	8	4	—

*Ctenomys maulinus maulinus* Philippi  
(2N = 26, NF = 50)

Todos los cromosomas de *C. m. maulinus*, a excepción del par sexual, se caracterizan por ser bibrachiados (Figs. 4 y 11). El complemento

autosómico comprende 5 pares de metacéntricos (dos grandes y 3 medianos), 2 pares de submetacéntricos medianos, 3 pares de subtelocéntricos (1 grande y 2 medianos) y dos pares de cromosomas pequeños, uno metacéntrico y el otro submetacéntrico. La constricción secundaria que se aprecia en el BC del par 11 hace que éste sea identificado de inmediato.

En la muestra de especímenes analizados hemos encontrado claras diferencias en un par autosómico (Fig. 4, recuadro). Tales diferencias en tamaño y morfología, que hemos interpretado como un heteromorfismo del par 5 se deben a distintas combinaciones de metacéntricos y subtelocéntricos como se muestra en el cuadro II.

TABLA II

Medidas (%) de longitud total de los cromosomas de las especies estudiadas de *Ctenomys*. n = número de placas utilizadas en la confección de los idiogramas

Cromosoma	<i>C. opimus</i> n = 77	<i>C. robustus</i> n = 90	<i>C. fulvus</i> n = 65	<i>C. m maulinus</i> n = 210	<i>C. m. brunneus</i> n = 61	<i>C. sp.</i> n = 93	<i>C. magellanicus</i> <i>magellanicus</i> n = 17
1	12,60	12,50	12,46	13,95	13,21	10,08	8,94
2	11,82	11,36	11,69	10,01	9,91	9,83	7,76
3	11,46	10,90	11,66	9,43	9,00	9,15	7,51
4	8,57	8,64	8,60	8,72	8,84	7,87	6,83
5	7,78	7,66	8,08	7,63	7,91	7,79	6,63
6	7,27	7,38	7,55	7,58	7,64	7,75	6,19
7	7,12	7,10	7,10	7,28	7,26	7,63	5,89
8	7,07	6,83	6,78	5,78	5,58	7,19	5,70
9	6,79	6,78	6,36	5,59	5,20	6,03	5,40
10	4,99	5,19	4,78	5,54	5,07	5,95	4,83
11	4,24	4,21	4,27	5,19	4,91	5,39	4,66
12	4,09	3,94	4,03	4,37	4,64	5,03	4,43
13	—	—	—	—	—	3,48	4,40
14	—	—	—	—	—	—	3,90
15	—	—	—	—	—	—	3,83
16	—	—	—	—	—	—	3,34
X	6,27	5,90	5,98	6,50	6,17	7,02	5,66
Y	—	3,03	3,23	6,16	6,09	6,40	3,72

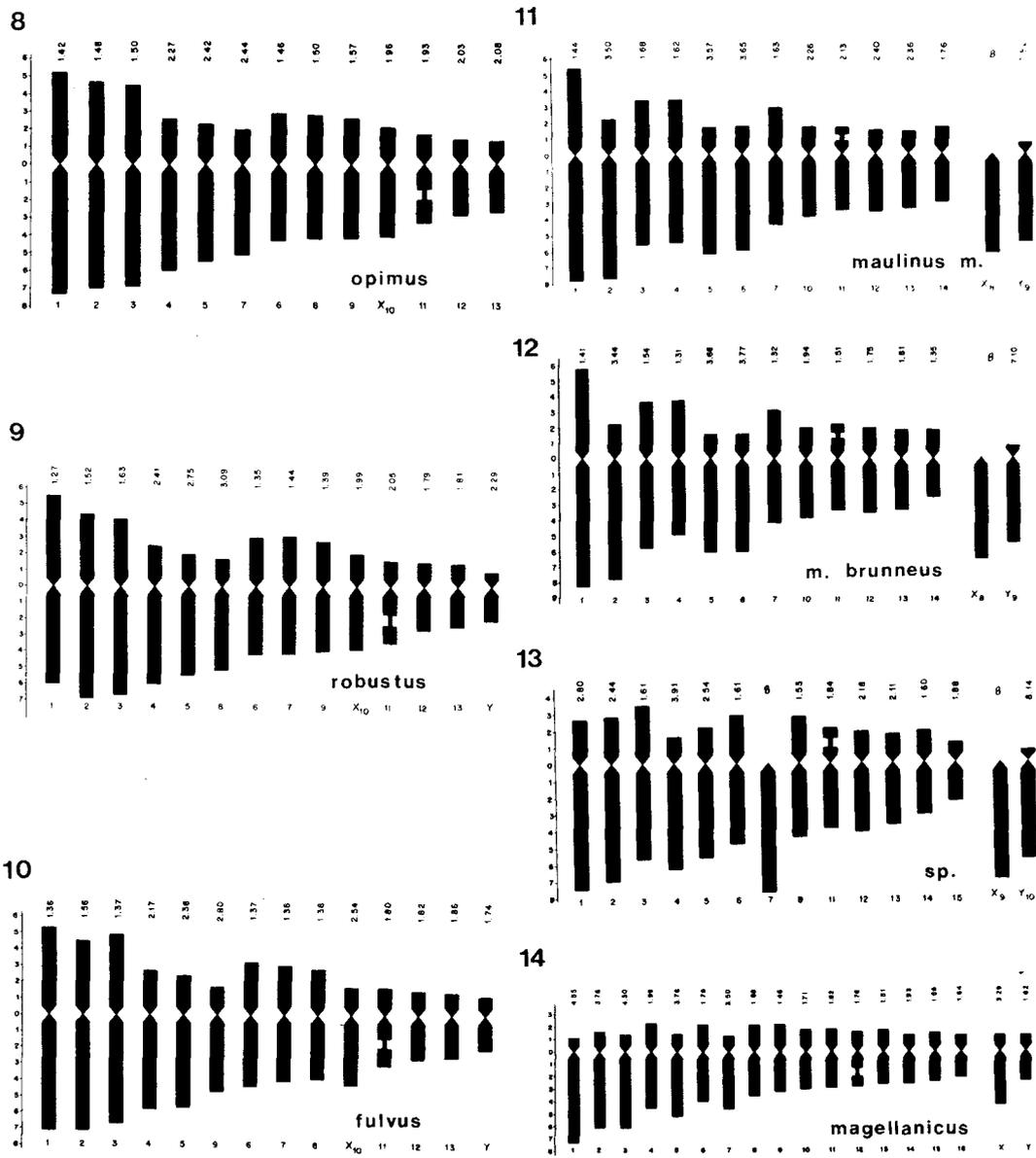
El par sexual es notablemente isomórfico. El X es un telocéntrico mediano (6,5%) y el Y es un acrocéntrico también de tamaño mediano (6,16%).

*Ctenomys maulinus brunneus* Osgood  
(2N = 26, NF = 50)

El cariotipo, muy similar al de *C. m. maulinus* está formado por 4 pares de autosomas metacén-

tricos (2 grandes y 2 medianos), 3 pares de subtelocéntricos (uno grande y 2 medianos) y 5 pares submetacéntricos (1 grande y 4 pequeños). El par 11 se caracteriza por la clara constricción secundaria que se aprecia en la región media de su brazo corto (Figs. 5 y 12).

El par sexual, por su isomorfismo, es difícilmente identificable en el complemento. Ambos cromosomas, al igual que en *C. m. maulinus*, son



Figs. 8 al 14. Idiogramas de *Ctenomys* de Chile. Los números de orden son iguales a los de los cariotipos.

de tamaño mediano. El X es un telocéntrico (6,17%) y el Y es un acrocéntrico (6,09%).

A 25km. al S.O. de la localidad tipo de *C. m. brunneus*, en el Valle de Lonquimay se colectaron especímenes con un cariotipo totalmente diferente a los de Río Colorado. El cariotipo de los especímenes de esta muestra (que designaremos *C. sp.*) consta de 4 pares de cromosomas metacéntricos (1 grande, 2 medianos y 1 pequeño), 8 pares de submetacéntricos (2 grandes, 3 medianos y 3 pequeños) y 1 par telocéntrico de tamaño mediano. El par 11, de igual modo que en *C. m. brunneus* lleva una constricción secundaria en el BC.

También se aprecia en esta muestra un isomorfismo de los cromosomas sexuales, lo que dificulta su identificación. Esta labor se hace doblemente incierta con el X, un telocéntrico mediano (7,02%) que es de tamaño y morfología casi idéntica al par 7. El Y está representado por un acrocéntrico mediano de una longitud de 6,4%.

*Ctenomys magellanicus magellanicus*  
Bennett (2N = 34, NF = 68).

El cariotipo de *C. magellanicus magellanicus* se compone de elementos bibraquiados, destacándose además por la falta de elementos de tamaño grande. Algunos pares como 2-3, 6-8, 9-10 y 10-11 pueden ser mal apareados dado su semejanza morfológica (Figs. 7 y 14).

El complemento autosómico de *C. magellanicus magellanicus* está compuesto por 6 pares metacéntricos (1 mediano y 5 pequeños), 5 pares submetacéntricos (2 medianos y 3 pequeños) y 5 pares de subtlocéntricos medianos. También se observa un par bibraquiado (par 12) marcado con una constricción secundaria en el brazo largo.

El par sexual es designado con ciertas reservas dado que la muestra sólo consta de machos. El X es un subtlocéntrico mediano (5,66%) muy similar al par 5 (y a veces al par 7). El Y es un submetacéntrico pequeño (3,72%), similar al par 15).

*Ctenomys magellanicus dicki* Osgood

En enero de 1976 se visitó la localidad para la cual Osgood describe esta subespecie. Aunque se contó con un guía que recordaba los lugares que recorriera Osgood en Isla Riesco, no fue posible encontrar ninguna huella, aunque anti-

gua, que indicase la existencia de *Ctenomys* en la Isla. Probablemente el intenso pastoreo a que están sometidas en la actualidad esas áreas, amén de otros factores, han influido en la desaparición de las colonias que ya Osgood describía como escasas. Por tales razones se considera que *Ctenomys magellanicus dicki* Osgood, se ha extinguido.

Con el propósito de estudiar los espermios de *Ctenomys* (Feito y Gallardo, in litt.) se obtuvieron muestras de las especies aquí analizadas (excepto *C. opimus*), encontrándose dos tipos diferentes de gametos masculinos. *C. fulvus* y *C. robustus* presentan espermios simétricos que por esta característica se asemejan a los de *Octodon degus* (19). La cabeza es subfusiforme, apreciándose en la parte anterior del acrosoma una estructura similar a un gránulo (Fig. 15a).

El espermio de *C. m. maulinus* (20), como el de las especies restantes, es asimétrico (Fig. 15b) y se caracteriza por la presencia de una prolongación postacrosómica que nace desde el extremo posterior de la cabeza, en el lado opuesto al nacimiento del flagelo. En los asimétricos la cabeza es más grande, el acrosoma presenta distinta forma, y se aprecia con mayor claridad que en los simétricos. Este tipo de espermios asimé-

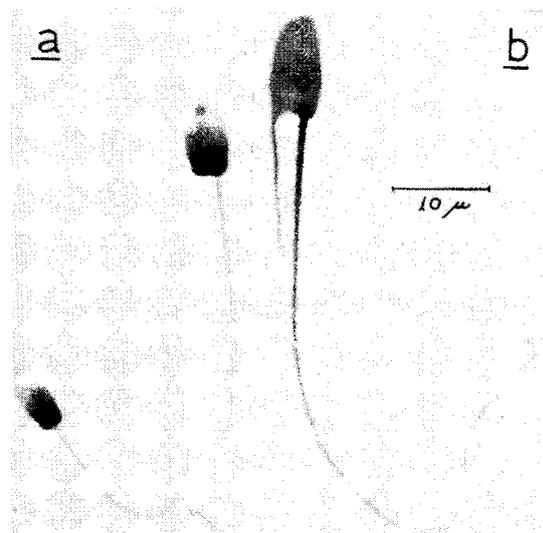


Fig. 15. a) Espermio de *C. m. fulvus*. Nótese la forma simétrica y la cabeza subfusiforme rematada en un gránulo. b) Espermio de *C. m. maulinus*. Nótese la forma asimétrica y la presencia de la prolongación postacrosómica.

tricos ha sido encontrado también en *C. azarae*, *C. latro* y *C. tucumanus* (21), y en *C. talarum* (22).

### DISCUSION

Cariotípicamente las especies de nuestro país pueden ser separadas en tres grupos, los que están en correspondencia con la distribución geográfica de las mismas. El primero es el de las especies desérticas de altura, con *C. opimus*, *C. robustus* y *C. fulvus*. El segundo, el de las especies cordilleranas de la región centro-sur, representado por *C. maulinus*, *C. m. brunneus* y *C. sp.* y el tercero, el de la estepa patagónica, representado por las especies que conforman el grupo *magellanicus*.

#### *Las especies del desierto:*

En las tres especies que configuran este conjunto se aprecia una semejanza cariotípica tan estrecha que cualquiera de los 3 cariotipos puede ser atribuido a cada una de ellas. Los complementos se caracterizan por su metacéntrica y bajo número cromosómico. Los 6 pares metacéntricos (3 grandes y 3 medianos) son difícilmente identificables. El par 11, en este grupo está marcado con una constricción secundaria en el BL. El par sexual es marcadamente heteromórfico, siendo el Y el cromosoma más pequeño del complemento. Los espermios de dos de las tres especies de este grupo son simétricos.

La similitud cariotípica entre *C. opimus* y *C. opimus luteolus* (13) refuerza la inclusión de esta raza geográfica en *C. opimus*.

#### *Las especies cordilleranas del Centro-sur:*

Se incluye aquí *C. m. maulinus* y *C. m. brunneus*. Cromosómicamente estas dos formas muestran un grado de similitud tan estrecho como el que se aprecia en las especies desérticas. Se caracterizan por su bajo número diploide, isomorfismo de los cromosomas sexuales y espermios asimétricos.

En esta agrupación se incluye una muestra parapátrida a *C. m. brunneus*, con un cariotipo totalmente diferente. Esta forma innominada (*C. sp.*) acusa las mismas características que definen al grupo. Al comparar el cariotipo de *C. m. brunneus* con el de *C. sp.*, se aprecia en esta última aumento del NF y la aparición de un elemento telocéntrico (par 7).

Los cariotipos de *C. m. maulinus* y *C. m. brunneus* fueron dados a conocer por Venegas (23, 24). Según su interpretación, ambas subespecies tienen cariotipos totalmente distintos, diferencias que incluso se aprecian en el par sexual. En nuestra interpretación, basada en especímenes de las localidades tipo, no se aprecian tales diferencias.

Toda interpretación del cariotipo de una especie se basa en dos supuestos:

- a) heteromorfismo de los cromosomas sexuales;
- b) isomorfismo de los autosomas.

Sin embargo, en *C. m. maulinus* estas dos premisas no se cumplen. Un isomorfismo de los cromosomas sexuales asociado a un heteromorfismo autosómico es un hallazgo poco usual, que incluso pudiese inducir a una determinación errada de los cromosomas sexuales. En nuestro caso, y por contar con machos y hembras heteromórficos para el par 5 queda descartada dicha posibilidad de error. Postulamos que tal heteromorfismo se ha originado por transformación de un subtelo-céntrico en uno metacéntrico. Esta afirmación se basa en:

- a) aparición de mayor número de animales con cariotipo homocigoto para los subtelo-céntricos;
- b) porque *C. m. brunneus* carece de la forma metacéntrica que se puede encontrar en el par 5 de *C. m. maulinus*;
- c) porque, 3 ejemplares capturados a 20 km. al NO de la localidad tipo de *C. m. maulinus* tenían el par 5 constituido por dos subtelo-céntricos.

Los ejemplares heteromórficos de *C. m. maulinus* provienen de una región peninsular de aproximadamente 8 hectáreas de superficie. Esta península es una verdadera isla geográfica porque en el istmo que la une a tierra firme está desprovista de vegetación, impidiéndose por la presencia de agua y ausencia de alimentos la migración de los animales desde y hacia el área en cuestión. Con estos antecedentes podría postularse que el heteromorfismo se mantiene por endocruzamiento de una población aislada, sin embargo una estimación de las frecuencias genotípicas para las tres combinaciones cromosómicas según el método para muestras pequeñas (25) muestra a dichas frecuencias en equilibrio Hardy-Weinberg ( $P > 0.6$ ).

Hemos descartado una traslocación como mecanismo causal del heteromorfismo puesto

que un cambio cromosómico que involucre al 3% del genoma debería originar anomalías meióticas que se reflejarían en la depresión neta de los heterocigotos, con la consiguiente desviación del equilibrio Hardy-Weinberg. En el actual estado de conocimientos podemos suponer que se deba a una adición de heterocromatina genéticamente inerte tal como se ha demostrado en *Peromyscus* (26) a pesar que el crecimiento de brazos heterocromáticos difícilmente llega a cifras tan altas (27).

El heteromorfismo posiblemente se deba a una adición de heterocromatina, tal como se ha demostrado en *Peromyscus* (26). En los híbridos F<sub>1</sub> obtenidos del cruzamiento de *Peromyscus maniculatus gambeli*, de diferente fórmula cromosómica, no se observaron anomalías meióticas debido a que, al parecer, todas las especies de *Peromyscus* tienen un número similar de brazos eucromáticos (26). La variabilidad cariotípica de esos roedores sería producto del número distinto de brazos heterocromáticos; por lo tanto, si hay una adición o delección de heterocromatina, y a diferencia de lo que ocurre en una traslocación heterocigota, la meiosis es prácticamente normal.

#### *Las especies de la estepa patagónica*

A este grupo pertenecen las 3 subespecies de *C. magellanicus*: *fueguinus*, *magellanicus* y *osgoodi*. Aún cuando se cuenta con información de 2 de las 3 subespecies que conforman el núcleo estepario (*C. magellanicus dicki* se ha extinguido), puede decirse que este grupo está caracterizado cariotípicamente por especies de número cromosómico relativamente bajo y complementos bibráquidos. Sus espermios son del tipo asimétrico.

*C. magellanicus fueguinus* presenta 36 cromosomas somáticos (13, 27) y a diferencia de *C. magellanicus magellanicus* presenta dos pares telocéntricos (pares 12 y 17). La literatura muestra una diferencia en la identificación de los cromosomas sexuales, marcadamente isomórficos en el idiograma de *C. magellanicus fueguinus* (13), lo que está en desacuerdo con el cariotipo de esta especie (28), donde hay un par sexual marcadamente heteromórfico, lo que lo hace similar al de *C. magellanicus magellanicus* aquí descrito. Ambas especies ostentan cariotipos con el mismo NF (68) pero que di-

fieren marcadamente en los índices centroméricos. Posiblemente el mecanismo más probable para explicar la aparición de los 2 pares telocéntricos en *C. magellanicus fueguinus* es un proceso robertsoniano.

Llama la atención en nuestro análisis la constancia en las fórmulas cromosómicas de la mayoría de las especies estudiadas. Esta situación pudiese ser interpretada como una tendencia a la preservación de ciertas fórmulas cromosómicas, debido a que contrasta con el hallazgo de una fórmula particular en cada especie transandina. Tal es así que en Tucumán, donde coexisten en estrecha proximidad geográfica 4 especies (*C. tucumanus*, *C. occultus*, *C. latro* y *C. tuconax*) las diferencias cariotípicas son notables.

Wahrman et al. en 1969 (8, 9) trabajando en *Spalax ehrenbergi* de Israel, han relacionado los distintos cariotipos encontrados para esa especie con las regiones geográficas en que viven, argumentando la naturaleza adaptativa del cariotipo a las condiciones de aridez. Nevo y Shkolnik (28) reafirman esta hipótesis mediante el consumo de oxígeno, sugiriendo que la especiación en Spalacidae se debe, al menos en parte, al desarrollo de supergenes adaptados a la aridez ambiental y que cada cariotipo sería un sistema ecofisiológico adaptativo.

Esta misma argumentación ha sido desarrollada en *Thomomys bottae grahamensis* (7), en donde se encontró una variación en el número de telocéntricos que está fuertemente correlacionada con el habitat y la gradiente de humedad.

Una extensión de esta hipótesis se sustenta en *Ctenomys* al considerar que en general las especies andinas muestran una clara tendencia a la metacentría con cariotipos de bajo número cromosómico. Así, estas especies estarían en una norma adaptativa con respecto al habitat que ocupan.

La estabilidad cariotípica de las especies andinas podría sin embargo, quedar desacreditada si se demostrase a la luz de una sistemática moderna y evolutiva, que los distintos taxa constituyen un número mucho menor de especies plenas. En tal caso, las diferencias cromosómicas serían de la magnitud de las encontradas en las especies de la vertiente oriental de Los Andes.

Esta afirmación adquiere relevancia al constatar cariotipos idénticos en las subespecies

del desierto. La concordancia cariotípica y extrema similitud morfológica entre *C. fulvus* y *C. robustus* hace poner en duda la validez de esta última como entidad natural. Este panorama se repite en el grupo cordillerano del centro-sur, en donde *C. sp.* exhibe un cariotipo cuyas diferencias con *C. m. brunneus* son notables y mucho mayores que las que separan a *C. m. maulinus* de *C. m. brunneus*. Junto con la diferenciación cariotípica, que ya podría estar indicando aislamiento reproductivo, esta población se ha diferenciado además morfológicamente de *C. m. brunneus*.

En las especies de la estepa patagónica el fenómeno es a la inversa, ya que dos razas geográficas nominales ostentan cariotipos lo suficientemente disímiles, los que sumados a la diferenciación morfológica entre ambas permite suponer su aislamiento reproductivo.

No obstante, e independientemente de los resultados de una revisión taxonómica, quedaría por resolverse la relación —si es que existe— entre bajo número cromosómico y adaptación a la vida cordillerana.

#### AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento al profesor Angel Spotorno, quien me facilitó el material cromosómico de *C. opimus*, a la Srta. Rosario Ulbrich por su asistencia técnica y al Sr. Juan Matus por los dibujos.

#### SUMMARY

The karyotypes and idiograms of seven Chilean species of *Ctenomys* are described. *C. opimus* ( $2N = 26$ ,  $NF = 52$ ) (Fig. 1 and 8), *C. robustus* ( $2N = 26$ ,  $NF = 52$ ) (Fig. 2 and 9) and *C. fulvus* ( $2N = 26$ ,  $NF = 52$ ) (Fig. 3 and 10) are characterized by having the same whole metacentric karyotype with heteromorphic sex chromosomes. *C. m. maulinus* ( $2N = 26$ ,  $NF = 50$ ) (Fig. 4 and 11) and *C. m. brunneus* ( $2N = 26$ ,  $NF = 50$ ) (Fig. 5 and 12) also share identical metacentric karyotypes, exception made by the isomorphic mono-armed sex chromosomes. Near the locality of *C. m. brunneus*, we have collected specimens with a different karyotype and morphologically differentiated from *C. m. brunneus*. We referred this form as *C. sp.* ( $2N = 28$ ,  $NF = 48$ ) (Fig. 6 and 13) suspecting that it is reproductively

isolated from *C. m. brunneus*. *C. sp.* is also characterized by having isomorphic sex chromosomes. *C. magellanicus magellanicus* ( $2N = 34$ ,  $NF = 68$ ) (Fig. 7 and 14) has a biarmed karyotype with heteromorphic sex chromosomes. *C. magellanicus dicki* is reported extinct because of our inability of finding it in Isla Riesco.

In addition to karyotypical research, we have obtained the sperms of these species. We have found two different forms of sperms. One of these, presented by *C. m. maulinus*, *C. m. brunneus*, *C. sp.* and *C. m. magellanicus*, is asymmetric and possesses a long post acrosomic process (Fig. 15b). The other form (Fig. 15a), presented in *C. fulvus* and *C. robustus*, is symmetrical and similar in shape as the ones of *Octodon degus*. Taking into account the distribution and correspondence of karyotypes and sperms, the species of burrowing *Ctenomys* have been separated into three groups:

- a) High desertic species (*C. opimus*, *C. fulvus* and *C. robustus*).
- b) Andean species of Central-South (*C. m. maulinus*, *C. m. brunneus* and *C. sp.*).
- c) Species of the Patagonian steppe (*magellanicus* groups or species).

On the other hand, karyotypical stability at species and subspecies level is noted, contrasting with the karyotypical multiformity in transandine species. We suppose that karyotypical stability, as it has been proved in other burrowing rodents, can be a result of an eco-physiological adaptation if the nominal forms correspond to an identical number of biological species. If the karyotypical stability is only the result of an out-dated taxonomy (as it seems to be in some of these species), the karyotypical differences between Chilean species would be as sharp as the ones presented by transandine species.

#### REFERENCIAS

1. PEARSON, O.P., *Mem. Mus. Hist. Nat.* "Javier Prado". 9:1, 1960.
2. ELLERMAN, J.R., *The Families and Genera of Living Rodents*. Brit. Mus. (Natural History). Vol. 1, p. 1-689. London, 1940.
3. RUSCONI, C., *An. Soc. Arg. Est. Geog.* 3:235, 1928.
4. THAELER, C.S., *Chromosoma (Berl.)* 25:172, 1968.
5. PATTON, J.L., DINGMAN, R.E., *J. Mamm.* 49:1, 1968.
6. PATTON, J.L., *Evolution*. 26:574, 1973.
7. PATTON, J.L., *Chromosoma (Berl.)* 37:41, 1970.

8. WAHRMAN, J., GOITEIN, R., NEVO, E., En *Comparative Mammalian Cytogenetics*. K. Benirschke Ed. Springer-Verlag New York pp. 30-48, 1969.
9. WAHRMAN, J., GOITEIN, R., NEVO, E., *Science*. 164:82, 1969.
10. LAY, D.M., NADLER, C.F., *Cytogenetics*. 11:279, 1972.
11. DAVIS, B.L., WILLIAMS, S.L., LÓPEZ, G. *J. Mammal.* 52:617, 1971.
12. BAKER, R.J., WILLIAMS, S.L., PATTON, J.C., *J. Mammal.* 54:765, 1973.
13. REIG, O.A., KIBLISKY, P., *Chromosoma (Berl.)* 28: 211, 1969.
14. OSGOOD, W.H., *The Mammals of Chile*. Zool. Series, Field Mus. Nat. Hist. 30 pp 1-268, 1943.
15. FORD, C.E., HAMERTON, J.L., *Stain Technol.* 31:247, 1956.
16. LEVAN, A., FREDGA, K., SANDBERG, A.A., *Hereditas (Lond.)* 52:201, 1974.
17. GEORGE, W., WEIR, B.J., *Chromosoma (Berl.)* 37:53, 1972.
18. GEORGE, W., WEIR, B.J., En *Simposia of the Zool., Soc. Lond.* I.W. Rowlands and B.J. Weir Ed. 34:79, 1973.
19. BUSTOS, E., POTOCNJAK, P., *Pan. Am. Ass. of Anatomists Meetings*, New Orleans, 1972.
20. FEITO, R., GALLARDO, M., *Experientia* 32:734, 1976.
21. REIG, O.A., Comunicación Personal.
22. KIBLISKY, P., Comunicación Personal.
23. VENEGAS, S.W., *Bol. Soc. Biol. Concepción*, 43:145, 1973.
24. VENEGAS, S.W., SMITH, C.G., *Bol. Soc. Biol. Concepción* 48:281, 1974.
25. LI, CHING CHUN, *Population Genetics*. The University of Chicago Press, 1955.
26. PATHAK, S., HSU, T.C., ARRIGHI, F.E., *Cytogenet. Cell. Genet.* 12:315, 1973.
27. IMAI, H.T., *J. Theor. Biol.* 49:111, 1975.
28. KIBLISKY, P., REIG, O.A., *Inv Zool. Chilenas* 13:123, 1968.

La obtención de individuos machos de *C. opimus* ha permitido corroborar la existencia de espermios simétricos y la morfología de los cromosomas sexuales (X sm; Y sm) en dicha especie.