

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO CITOGENETICO EN Microtus
Mexicanus Mexicanus Saussure, 1861
(Muridae, Rodentia)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P r e s e n t a
MARIA JESUS FERRARA GUERRERO

México D.F.

1977



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Cuando entre en tu corazón la sabiduría,
y sea dulce a tú alma la ciencia,
velará sobre tí la prudencia y te
preservará la inteligencia.

El que instruye a su hijo,
pondrá celoso a su enemigo,
y ante sus amigos se sentirá gozoso.

Con amor a mis padres:

Esteban y Odilia

A la memoria de nuestra
querida Aída.

A mis Hermanos:

Ma. del Socorro

Margarita

Esteban

A E L O Y

A mis abuelitos.

Al querido tío Pepe

Eduardo

Guirado

A mis amigos.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Manuel Uribe Alcocer por su valiosa y acertada dirección, en el proceso de este trabajo.

Al Dr. Alfredo Laguarda Figueras por haberme - permitido llevar a cabo la parte técnica de esta tesis en el Laboratorio de Genética del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Institución a su digno - cargo.

Al M. en C. Jorge Romero Jarero por su colaboración en la parte técnica y manual.

Al Biol. Jerónimo Vázquez Hinojosa por su valiosa ayuda al proveerme de los especímenes, que utilicé en el presente estudio.

A los Sres. sinodales por sus atinadas y valiosas sugerencias en la revisión:

Dr. Alfredo Laguarda Figueras

Dra. Ma. Cristina Pérez Amador

M. en C. Faustino Rodriguez Romero

Biol. Abigail Aguilar Contreras

A todas aquellas personas que con su cooperación
hicieron posible la realización de este trabajo.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
OBJETIVO	18
MATERIAL Y METODO	20
RESULTADOS	31
DISCUSION	42
BIBLIOGRAFIA	49

INTRODUCCION

El estudio y comprensión de la evolución de los seres vivos ha constituido uno de los principales - problemas de la Biología. Estos, a partir de un origen común, han sufrido una serie de cambios a través del tiempo, hasta formar organismos extraordinaria - mente complejos de la actualidad. El parentesco de - todos los seres vivos fué explicado parcialmente por la teoría de la Evolución formulada por Darwin y - - Wallace en 1859.

En la existencia de la evolución se encuentra - el principio de la continuidad genética, enriquecida con la variación, ya que la evolución solo es posi - ble cuando hay diversidad heredable. T. Dobzhansky - ha considerado al proceso de la evolución como un -

cambio en la composición genética de una población -
a través del tiempo. Sin embargo, los mecanismos que
causan dichas modificaciones en los seres vivos y -
las variadas fuerzas e interacciones que las produ -
cen aún no son comprendidas en todos los aspectos.

Para poder detectar los cambios que se suscitan
en las poblaciones, diversas ramas de la Biología -
han dado su aportación, como son la Morfología, que
ayuda a establecer las relaciones filogenéticas que
existen entre los individuos, basándose en su forma
y aspecto externo; la Anatomía Comparada, por medio
de la cual se confirman las posibles relaciones mor -
fológicas con otros grupos con base en la similitud
presentada en su organización y estructura interna;-
la Paleontología que correlaciona las formas fósiles
con las formas actuales; la Bioquímica que establece
las relaciones filogenéticas a través de las semejan -
zas de las diversas estructuras moleculares entre -
los integrantes de los diversos taxa; así como la -
Genética que se ocupa del estudio de la herencia y -

la variabilidad.

De ésta última disciplina, se deriva la Citogenética que es de gran importancia para la taxonomía y evolución. Las primeras bases de la citotaxonomía, producto de la unión de la citogenética y taxonomía, fueron dadas cuando se aceptó la individualidad cromosómica y la teoría cromosómica de la herencia, propuesta por Sutton y Morgan, quedó bien establecida. Posteriormente, se estableció que el cariotipo, - - caracterizado por el número diploide, medida y morfología de los cromosomas, es un carácter definitivo y constante de cada especie.

La existencia de los cromosomas contribuye a la variación genética. Esta es el producto de la mutación, de la transmisión y de la recombinación al azar de los genes que, combinandose con las presiones selectivas, originan la pauta de selección. Todo esto permite a los individuos de una población poseer genotipos y fenotipos adaptados a las condiciones del medio ambiente dominante.

Los estudios cromosómicos son utilizados en la taxonomía de los roedores como característica para la diagnóstico y establecimiento de las relaciones filogenéticas a nivel de especie dentro de ciertos taxa; ya que los cromosomas pueden ser diferentes para cada uno de ellos.

La definición de especie ha sido laboriosa, Ernest Mayr ha sido uno de los científicos que más se ha preocupado por el estudio de este problema y define la especie como un conjunto de poblaciones variables, formada de modo dinámico como una unidad colectiva aislada, en cuanto a su reproducción, del resto del mundo biótico (1968).

Cabe esperar que las poblaciones adyacentes tengan frecuencias génicas y genotípicas semejantes y por ello fenotipos similares, ya que el flujo genético es más dinámico entre ellas y consecuentemente menor entre las poblaciones de una especie a medida que se hallan más dispersas ó aisladas.

La especiación es un acontecimiento trascendental en la evolución en cuanto a que origina discontinuidad entre las poblaciones y cada población genera una línea de descendencia independiente, con potencialidad particular para realizar cambios filéticos posteriores. Se lleva a cabo cuando diferentes poblaciones dentro de una especie, son sometidas a distintas condiciones del medio ambiente y se producen cambios que pueden provocar que una población se divida en dos ó más especies.

La interrupción del flujo de genes entre poblaciones favorece la producción de razas, que se transforman en especies cuando se llega a dar una mayor divergencia genética acompañada de un aislamiento reproductivo, con diferencias morfológicas y fisiológicas entre los individuos de ambas poblaciones; cuando se han acumulado suficientes cambios de este tipo para hacerlas distinguibles se les reconoce como razas o subespecies, y cuando aparece el aislamiento reproductivo entre ellas se formará una nueva especie.

Entre las teorías de especiación el modelo alopátrico, basado en el aislamiento geográfico de una población periférica, es el más aceptado (Mayrs, - - 1963). El aislamiento espacial puede producir razas diferentes aunque no haya líneas claras de demarca - ción entre ellas; pueden, también, darse delimitaciones claras entre las razas de una especie. Cabe reconocer que estas razas pueden estar parcial o totalmente aisladas, como sucede cuando los factores ecológicos de que depende una especie se den en forma - contigua ó insular. Mayr considera importante la formación geográfica de las especies mediante la divergencia genética ulterior de razas alopátricas lo que, según este autor, es el modo predominante de especiación.

Otro modelo de especiación es el simpátrico. Varios autores piensan que las especies simpátricas - son casos de simpatría secundaria a la especiación - alopátrica (Mayrs, 1963). Sin embargo, otros autores como Grant (1963) piensan que las razas simpátricas

existen verdaderamente y pueden llegar a la forma -
ción de especies simpátricas; éstas se forman cuando
los individuos de diferentes fenotipos prefieren di-
ferentes subnichos en la misma región geográfica, y
a medida que cada genotipo limite sus actividades a
un subnicho preferido, surgirán poblaciones física -
mente separadas de las demás por un aislamiento eco-
lógico que probablemente no dure lo suficiente para
la especiación, pero sí lo suficiente para la forma-
ción de razas simpátricas.

Recientemente, se ha propuesto otro modelo, ba-
sado en las observaciones citogenéticas de poblacio-
nes homogéneas (White, 1968), denominado especiación
estasipátrica, y consistente en la extensión progre-
siva de su rearreglo cromosómico que confiere venta-
jas adaptativas a sus portadores, ya sea a partir de
un punto central o de un punto periférico del ámbito
de distribución de la especie ancestral, existiendo
una zona muy limitada de hibridación entre los miem-
bros portadores del cariotipo ancestral y del cario-

tipo que se extiende.

En la especiación alopátrica el evento más importante es el aislamiento geográfico, ya que existe el aislamiento especial que da lugar al aislamiento reproductivo entre las poblaciones impidiendo el flujo de genes entre ellas. El aislamiento geográfico - puede ser de naturaleza variada, como son las cade - nas montañosas, ríos, océanos, desiertos, hundimientos, etc. Una vez que la especiación alopátrica se - ha llevado a cabo, las nuevas poblaciones pueden vol - ver a reunirse sin perder su identidad específica, - puesto que se han podido llegar a establecer mecanis - mos de aislamiento basados en una dotación hereditaria, como podrían ser: los ecológicos, etológicos, - mecánicos, morfológicos y fisiológicos.

En algunos casos a pesar de esta separación genética, los organismos llegan a aparerarse. Sin embargo, existen ciertos mecanismos postzigóticos que impiden o disminuyen considerablemente el flujo genético entre poblaciones, como son la disminución de la

viabilidad del organismo híbrido, la baja fertilidad ó la formación de individuos débilmente adaptados.

De gran importancia, también, para la formación de especies, son los rearrreglos cromosómicos estudia dos con más frecuencia en Drosophila (Patterson y - Stone, 1952) como son las inversiones cromosómicas y translocaciones. Aunque el aislamiento cromosómico - no es esencial para la evolución, si puede ser impor tante para la formación de especies estasisipátricas, - ya que el surgimiento de un nuevo tipo cromosómico - con alguna ventaja adaptativa que se dé en un punto determinado de los dominios de una especie, puede - extenderse hasta formar poblaciones con diferencias genéticas.

Los procesos Robertsonianos son de gran impor - tancia en los mecanismos cromosómicos de especiación. Puede haber números cromosómicos variables sin pérdi da ó ganancia manifiesta del material cromático, por los procesos conocidos como:

— Fusión céntrica, por medio del cual dos cromosomas acrocéntricos se fusionan para formar un cromosoma con un centrómero colocado más ó menos en el centro. Este tipo de arreglos cromosómicos disminuye el número diploide.

— Fisión céntrica, por medio del cual un cromosoma birrameo se divide en dos, posiblemente por la región centromérica, para originar dos cromosomas monorrameos, aumentando el número diploide;

sin embargo, en ambos casos el polimorfismo cromosómico no varía el número de brazos principales de cromatina. Los rompimientos y translocaciones Robertsonianas de fusión parecen ser más frecuentes que cualquier otro tipo de cambios cromosómico en los mamíferos, ya que este tipo de cambio numérico puede ser citado en casi todos los órdenes y familias hasta ahora analizados, (Hsu y Rodney, 1969).

El rearreglo estructural más frecuente en las poblaciones silvestres de organismos superiores es la inversión en cualquiera de sus modalidades, como son:

___ La inversión paracéntrica, en la cual el cromosoma invierte un fragmento de uno de sus brazos sin que intervenga el centrómero, lo cual no produce ningún cambio visible en la morfología del cromosoma en la célula somática, ya que origina un cromosoma con la misma estructura y tamaño del cromosoma original, pero altera la posición de los loci presentes en el segmento invertido, lo cual podría modificar el apareamiento y disminución del número de gametos balanceados.

___ La inversión pericéntrica, en la cual la inversión de los brazos del cromosoma alrededor del centrómero es de 180 grados, esta inversión altera de manera muy marcada la mor-

fología del cromosoma, ya que podría alterar la posición del centrómero dentro del cromosoma, originado un cromosoma del mismo tamaño pero diferente estructura al cromosoma original.

— Las translocaciones, con las cuales se alteraría la forma y tamaño del cromosoma original. Es un fenómeno que se da cuando un fragmento de un cromosoma se adhiere a un nuevo cromosoma. Las translocaciones recíprocas consisten en el intercambio de ciertas porciones entre un par de cromosomas.

El proceso de especiación es muy lento (Nadler, 1968). El momento en el cual el polimorfismo cromosómico desaparece, dejando poblaciones cromosómicas distintas, presumiblemente poblaciones reproductivamente aisladas, es difícil de establecer. Sin embargo, se han reportado numerosos casos donde las poblaciones clasificadas como subespecies muestran dife -

rentes cariotipos que aparentemente son homogéneos, -
surgiendo, que tal vez estos grupos se comporten co-
mo verdaderas especies. Como ejemplo se encuentra el
caso de Spermophilus richardsoni (Nadler, 1968); - -
Spermophilus townsendi (Nadler, 1968); Gerbillus - -
pyramidum (Wahrman y Zahavi, 1965) y el de Acomys -
minous (Matthey, 1963).

Hasta hace apenas algunos años, el estudio de -
los rearrreglos cromosómicos ha contribuido de manera
importante a resolver los problemas de la diferencia
ción evolutiva de las poblaciones, razas, y especies
en vertebrados. Se ha visto que en los vertebrados, -
las inversiones pericentricas no se dan o se dan ra-
ras veces (White, M. J. D., 1973). El mecanismo de -
fusión céntrica es tal vez el rearrreglamiento cromo-
sómico más común en roedores. (Matthey, 1963, 1958, -
1957; Nadler, 1967, 1966).

Los mecanismos de fusión céntrica han sido ob -
servados por Matthey (1957) en varias especies del -

género Microtinae cuyo número diploide va de 72 a 17.

A pesar de la falta de evidencias directas a favor de la fisión como un mecanismo evolutivo, varios estudios en roedores apoyan a ésta explicación; como son los estudios realizados en Cynomy luGovicianus - (Bryant; 1945; Nadler y Harris, 1967).

El grupo de los roedores ha sido estudiado am-pliamente debido a su distribución cosmopolita y su fácil acceso. Además, su tiempo de generación es mucho más pequeño que el de cualquier mamífero grande (60:1), de ahí que las especies de roedores pueden tener muchas más oportunidades de radiación evolutiva en el mismo lapso de tiempo.

El orden Rodentia está compuesto de 1,687 especies pertenecientes a 43 familias y 354 géneros, los cuales ocupan un amplio rango de habitats. Estos organismos han dado una gran cantidad de información desde el punto de vista citogenético, al reflejarse en este tipo de estudio la activa evolución en que -

se encuentran, como puede estimarse en los trabajos de Matthey (1945, 1954, 1957, 1963); Hsu y Arrighi (1966); Nadler (1966, 1969); Ohno y Weiler (1962) y Ohno (1965).

Los estudios citogenéticos de especies cuya - -
área de distribución empieza desde el norte de nuestra frontera con los E.U.A., y continúa dentro de -
nuestro territorio, se llevaron a cabo inicialmente por investigadores de instituciones norteamericanas. En la actualidad han sido realizados varios estudios por investigadores y estudiantes de la Universidad -
Autónoma de México (Laguarda Figueras et al, 1971; -
Solís W., 1972; Uribe Alcocer et al, 1972, 1973, - -
1974; Rodríguez Romero et al, 1974; Cid Sánchez, - -
1976; García Rey, 1976; Ahumada Medina, 1976 De Lara Vasavilbaso, 1977).

El ámbito geográfico ocupado por la subfamilia Microtinae abarca la mayor parte de Norte América y se extiende hacia el sur de Guatemala, en Eurasia -
comprende los dos tercios septentrionales.

La especie Microtus mexicanus presenta una amplia distribución que va desde Arizona, Colorado, Nuevo México en E.U.A.. En la Republica Mexicana se encuentran localizados en Chihuahua y Durango (Microtus mexicanus madrensis); en el Nevado de Colima y Jalisco (Microtus mexicanus phaeus y Microtus mexicanus neveriae); en Michoacán (Microtus mexicanus subsinus y M.m. fundatus); en Tamaulipas (Microtus mexicanus subsinus); en Hidalgo (Sierra de Pachuca), Orizaba, Ver., Puebla, México, faldas del Volcán de Toluca (Microtus mexicanus mexicanus); y en Oaxaca (Microtus fulviventer) (Hall, E.R. y Kelson, N.R.; 1953).

El género Microtus presenta un cuerpo pequeño, corpulento, hocico redondo y puntiagudo, ojos pequeños y orejas pequeñas, algunas completamente ocultas en el pelo. La cola es corta y peluda; las plantas de las patas están desnudas o cubiertas de un pelo corto. Los incisivos son anchos y sin acanaladuras. En lo que se refiere a sus hábitos de alimentación, son marcadamente similares. Sus habitat difieren bas

tante, algunas especies prefieren las tierras altas, mientras que otras las bajas ó los lugares húmedos, - en algunas ocasiones habitan ambos tipos de localidades (Mammals of America; 1917).

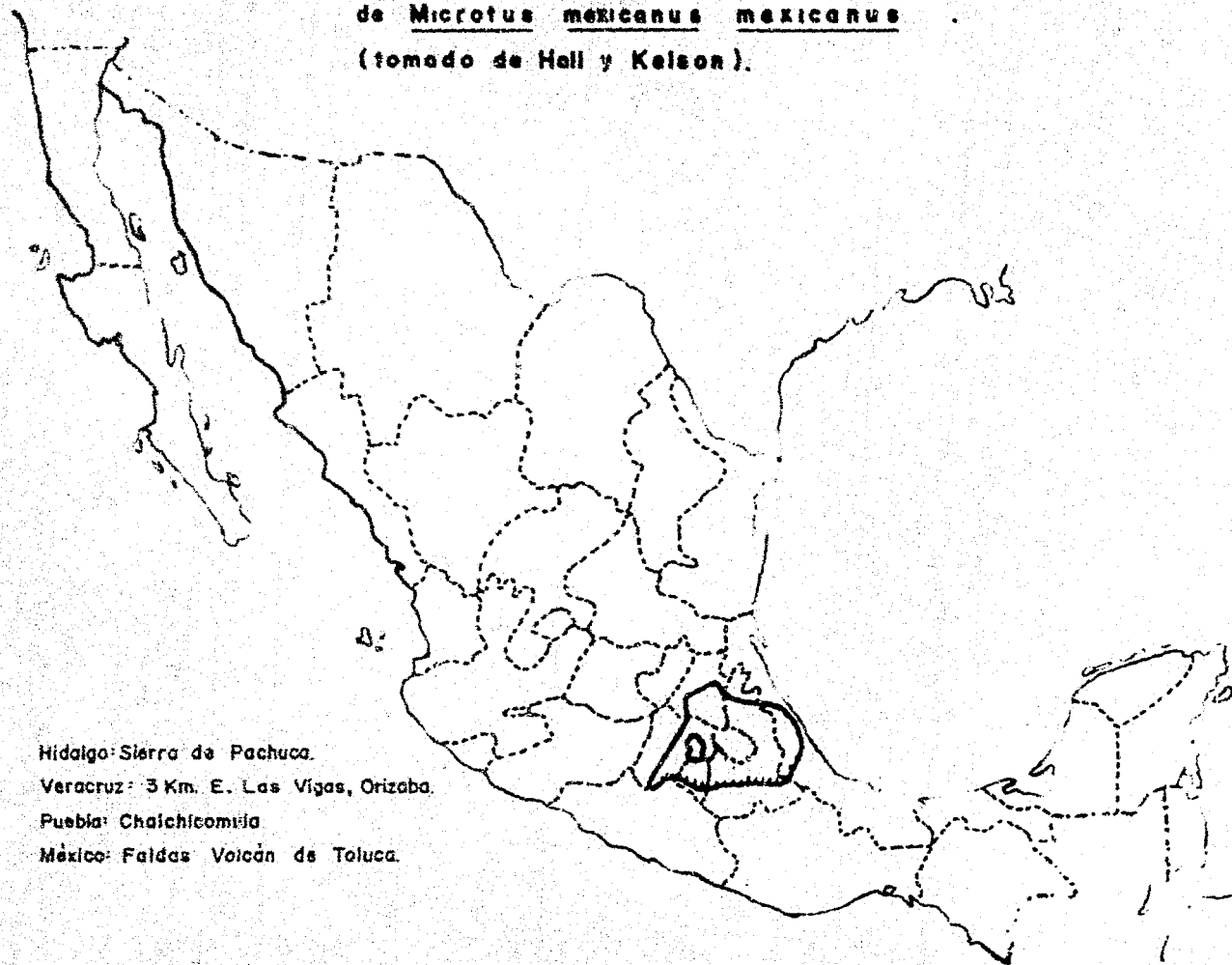
La posición taxonómica del género Microtus es - la siguiente:

Reino	-----	Animal
Phylum	-----	Chordata
Subphylum	-----	Vertebrata
Clase	-----	Mammalia
Sub clase	-----	Eutheria
Orden	-----	Rodentia
Sub orden	-----	Simplicidentata
Familia	-----	Muridae
Subfamilia	-----	Microtinae
Género	-----	<u>Microtus</u>
Especie	-----	<u>mexicanus</u>
Subespecie	-----	<u>mexicanus</u>

OBJETIVO.-

El presente trabajo tiene como objeto el estudio citogenético de Microtus mexicanus mexicanus, basado en el análisis cromosómico de los cariotipos obtenidos de 10 ejemplares (5 hembras y 5 machos), a fin de ampliar la información para ayudar a establecer la cercanía filogenética con otras poblaciones del mismo género, considerando el número, forma y tamaño de sus cromosomas.

FIG. 1.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA.
de Microtus mexicanus mexicanus .
(tomado de Hall y Kelson).



MATERIAL Y METODO

Para la realización del presente estudio se utilizaron roedores pertenecientes a la especie Microtus mexicanus en su subespecie mexicanus, los cuales fueron identificados en el laboratorio de Mastozoología del Instituto de Biología de la U.N.A.M.

1.- Colecta.-

Los ejemplares fueron colectados al Suroeste del pueblo de Santa Ana Tlacotenco (en los límites entre Milpa Alta, D. F. y Juchi, Edo. de México) y proporcionados a éste laboratorio por el Biólogo - Jeronimo Vázquez Hinojosa. La colecta se realizó a mediados de 1972, y los ejemplares fueron mantenidos en cautiverio hasta el momento en que fueron sacrificados para su procesamiento.

2.- Procesamiento de los animales y preparación del material de estudio.-

Hora y media antes de ser sacrificados los ejemplares fueron inyectados intraperitonealmente, - con una solución de colchicina diluída en agua destilada a una concentración de 0.04%, en una proporción de 1 ml. por cada 100 gr. del peso del animal. Se extrajeron células provenientes de tejidos de la médula ósea de los fémures por medio de la siguiente técnica:

a).- La médula se extrajo cortando las epífisis de los fémures e inyectando medio TC 199 (Difco Labs., Detroit, Mich.) en la cavidad medular. Se obtuvo una suspensión homogénea por medio de un "rapid mixer" o agitando vigorosamente el tejido con una pipeta hasta que quedara completamente distribuido.

b).- La suspensión obtenida se centrifugó a 2000 r.p.m. durante 6 minutos y se quitó el sobrenadante con una pipeta conectada a una bomba de vacío. El botón obtenido se resuspendió y se le agregaron 5 ml.-

de KCl (0.0057 M), se mezcló y se dejó reposar durante 20 minutos, transcurrido ese tiempo se centrifugó de nuevo a 2000 r.p.m. durante 6 minutos.

El objeto de la centrifugación es el de separar las células que se encuentran en suspensión; el choque hipotónico tiene como objeto el que las membranas celulares se rompan y dejen en libertad los cromosomas, en el momento de gotear.

c).- Después de la segunda centrifugación, se agregó lentamente una solución fijadora compuesta -- por alcohol metílico y ácido acético 3:1 (5ml. por cada tubo de centrífuga) se resuspendió y se centrifugó, repitiendo la operación tres veces. Después de estas tres últimas centrifugaciones se volvió a añadir fijador y se dejó reposar en el refrigerador durante 24 hrs.

d).- Transcurrido este tiempo, se hizo un cambio de fijador, se centrifugó a 2000 r.p.m. durante 6 minutos y posteriormente se procedió a elaborar las preparaciones, dejando caer 2 ó 3 gotas en un --

porta objetos seco (lavado previamente con alcohol - y Xilol) y dejando secar.

e).- Las láminas obtenidas son teñidas con una solución de Giemsa en una proporción de 2:8, durante 30 minutos y montadas finalmente en Permount ó Dia - phane.

Una vez preparado el material de estudio, se - procedió al examen microscópico de las preparaciones para determinar el número de cromosomas y seleccio - nar los campos que mostraran metafases mitóticas para proceder al análisis del cariotipo. Se marcaron - estos campos con ayuda de un England Finder.

3.- Fotografía.-

Los campos seleccionados fueron fotografia- dos con un fotomicroscopio Reichert, utilizando un - ocular de 10x, un objetivo Neofluar 100/1.30, Opto - var 1.25x, y un filtro de interferencia Carl Zeiss - 467806. La película utilizada fué Kodak High Contrast HC 135-136 Panchromatic. La intensidad de la luz fué

regulada automáticamente.

El revelado de la película se hizo utilizando - revelador Kodak D11 y Fijador Kodak Fixer. Los positivos amplificados se imprimieron en papel Kodabromi de F4 y F5, y se revelaron con Dektol Kodak, fijando se con Rapid Fixer.

4.- Elaboración de los cariotipos e idiogramas.-

Se seleccionaron las mejores amplificacio - nes: 10 procedentes de hembras y 7 de macho; 17 en - total (número que satisface las exigencias del núme - ro de muestras requerido para obtener valores confia - bles desde el punto de vista estadístico).

Los cromosomas de cada una de las amplificacio - nes citadas fueron recortados y acomodados por pare - jas de homólogos para montar 17 cariotipos, usándose una rueda dentada Gestetner RPS 5 para marcarlos y - medirlos con mayor exactitud; se clasificaron de - acuerdo a su tamaño y morfología, utilizando el sis - tema estandar de nomenclatura propuesto en la confe -

rencia de Denver en 1960 y los métodos de Al-Aish (1969) y Levan et al (1964).

La clasificación de los cromosomas se basó en cuatro parámetros:

a).- La longitud relativa (LR) de cada cromosoma con respecto a la longitud total de un juego haploide normal que contenga un cromosoma X. La longitud total es la sumatoria de las longitudes de 15 autosomas y del cromosoma X. La longitud relativa se expresa en unidades por mil:

$$L.R. = \frac{P + Q}{23 \text{ autosomas} + X} (1000)$$

donde:

P= longitud del brazo corto.

Q= longitud del brazo largo.

b).- La proporción de la longitud del brazo largo (Q) a la longitud del brazo corto (P), conocida como "Arm ratio" (AR), y que se expresa:

$$A.R. = \frac{Q}{P}$$

c).- El índice centromérico (IC), que se calcula como la relación entre la longitud del brazo corto (P) y la longitud total del cromosoma, multiplicado por cien:

$$I.C. = \frac{P}{P + Q} (100)$$

d).- La diferencia (d) entre brazo largo y el brazo corto, que indica la posición del centrómero en el cromosoma. Cualquier cromosoma se considera dividido en 10 partes, independientemente de su longitud absoluta. Utilizando la medida del "Arm ratio", ya obtenida, se puede aplicar la siguiente fórmula:

$$d = \frac{10 (AR - 1)}{(AR + 1)}$$

La longitud total del complemento cromosómico - se determina midiendo todos los cromosomas y tomando

el promedio de cada par de homólogos como la medida de ese cromosoma; la longitud relativa de cada cromosoma, se obtuvo teniendo la parte proporcional de cada cromosoma con respecto al total de cada cariotipo particular. La longitud relativa propuesta para cada par cromosómico, es el promedio de las longitudes relativas obtenidas en cada cariotipo. Esta medida se utiliza como base para la elaboración de cariotipos e idiogramas; sin embargo para la clasificación de los cromosomas, algunos autores (Hsu, 1952; Tjio y Levan, 1956; Chu, 1960) le han dado mayor importancia a la posición del centrómero, porque su posición relativa dentro del cromosoma es muy constante.

A continuación se presenta la clasificación basada en la posición del centrómero (Levan, Frega y Sandberg, 1964):

Localización del

	centrómero en:	d	Ar.	I.C.
M	Punto medio	0 - 0	1.00	50.0
m	Región media	0.0 - 2.5	1.0 - 1.7	50.0 - 37.5
Sm	Región submedia	2.5 - 5.0	1.7 - 3.0	37.5 - 25.0
St	Región subterminal	5.0 - 7.5	3.0 - 7.0	25.0 - 12.5
t	Región terminal	7.5 - 10.0	7.0	12.5 - 0.0
T	Punto terminal	10.0 -		0.0

Este es un sistema de nomenclatura muy utilizado y que clasifica a los cromosomas en (cromosomas - con el centrómero en la región terminal) acrocéntricos, telocéntricos (centrómero en el punto terminal aunque a este respecto existen controversias entre - los autores sobre si realmente existen cromosomas - unirrameos ó si el segundo brazo siempre está presente aunque escape al límite de resolución del microscopio. Metacéntrico (con centrómero en la región media ó punto medio), submetacéntrico (centrómero en - posición submedia) y subtelocéntrico (centrómero en posición subterminal).

Matti y Al-Aish (1969) recomiendan agrupar a los cromosomas, para la elaboración de los carioti - pos, como: m, Sm, St, y t en relación a su longitud - decreciente.

Aunque bastaba con haber calculado uno de los - siguientes parámetros: Arm ratio (proporción de bra - zos), índice centromérico y diferencia, se calcula - ron los tres para corroborar los resultados. La ob - tención de estos datos permitió la clasificación en tipos de cromosomas para lograr una adecuada distri - bución de los mismos en el idiograma, de acuerdo a la posición del centrómero en cada cromosoma.

El idiograma fué realizado utilizando los valo - res promedios de las longitudes relativas de cada - cromosoma.

Para realizar los cálculos de los parámetros - cromosómicos (A.R., I.C., d.) y el análisis estadís - tico de los mismos; se elaboró un programa para - - computadora en lenguaje Fortram V, que fué procesado por la computadora UNIVAC 1106 de la división de Ter

modinámica del I.P.N.

Se calcularon el "Arm ratio", índice centromérico y diferencia de los seis pares de autosomas birreales, los cuales nos permitieron la clasificación en tipos de cromosomas para su distribución adecuada en el idiograma, de acuerdo con la posición del centrómetro en cada cromosoma, según la clasificación de -
' Levan, ya mencionada.

RESULTADOS

El grupo de Microtus mexicanus mexicanus estudiado presentó un número cromosómico $2N = 48$; y su número fundamental, $NF=58$ con el patrón de diferenciación sexual XX/XY .

El cariotipo, (Fig. 2) está formado por 23 pares de autosomas, 6 birráneos y 17 unirráneos. Los cromosomas birráneos presentan el centrómero en la región media (m), con excepción del par # 4 que es submetacéntrico (Sm) los 17 pares restantes tienen el centrómero en posición subterminal ó terminal (t).

El idiograma, ó representación gráfica del cariotipo basado en valores promedios, aparece en la Fig. 3.

El cromosoma # 1 metacéntrico y el # 7 acrocéntrico son los más largos, seguidos por los pares #2, 3 y 4 metacéntricos y el cromosomas X acrocéntrico;- éstos seguidos por los pares 8, 9 y 10 acrocéntricos. Los pares más pequeños son el #23 acocéntrico y los pares 5 y 6 metacéntricos.

El cariotipo se elaboró basandose únicamente en la morfología y tamaño de los cromosomas debido a - que existe una uniformidad en las longitudes de los cromosomas del par #11 al par #22.

El cromosoma que se propone como Y, es uno de - los acrocéntricos más pequeños. Con las técnicas utilizadas no se puede determinar fuera de toda duda, - si en realidad corresponde a dicho cromosoma. El motivo por el que se ha escogido es que en muchas - - otras especies del género Microtus el cromosoma Y es uno de los acrocéntricos. Se puede afirmar, sin em - bargo, con seguridad que su centrómero se encuentra en posición terminal o subterminal. La disminución -

gradual del tamaño de los 17 pares de cromosomas - -
acrocéntricos no permite detectar diferencias morfo-
lógicas en tallas con respecto al cromosoma Y; su -
longitud relativa ocupa el 2.49 % del complemento -
haploide. Por su tamaño se encuentra entre el par -
20 y 21.

El cromosoma X es acrocéntrico y por sus dimen-
siones ocupa, aproximadamente, un 6.16 % del comple-
mento haploide.

La identificación basada únicamente en medidas
puede ser engañosa en los cromosomas muy similares, -
ya que las pequeñas diferencias de longitud pueden -
representar un rango artificial variable entre los -
cromosomas (O.A. Reig y Nelly O., 1971). Estas varia-
ciones de longitud pueden deberse a los efectos de -
las diversas concentraciones de colchicina, al enro-
llamiento de los cromosomas, así como a la metafase;
inicialmente se encuentran en un mayor grado de alar-
gamiento, que disminuye gradualmente hacia el final
de la metafase cuando la espiralización de las sub-

unidades de los cromosomas llega a su máximo; -
(John y Lewis, 1968) dificultando de esta mane-
ra su medición.

FIG. 2.- CARIOTIPO DE Microtus mexicanus mexicanus

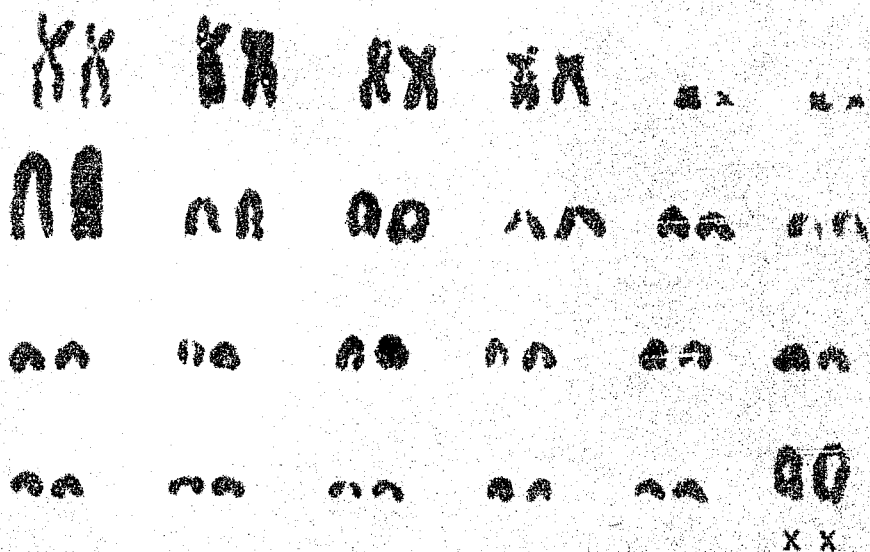


TABLA # 1
Resultado del analisis estadístico en 17 cariotipos
de *Microtus mexicanus mexicanus*

Cromosoma número	P	Q	Longitud total	Longitud relativa	Indice centro- merico	Arm Ratio	Dire- rencia	SEM	clasi- fica- ción.
1	8.75	14.39	23.14	87.01	37.81	1.64	2.44	5.841	m
2	8.71	12.89	21.61	81.24	40.33	1.48	1.93	5.080	m
3	7.93	9.68	17.61	66.20	45.03	1.22	.99	3.654	m
4	5.71	9.89	15.61	58.68	36.61	1.73	2.68	3.024	m
5	2.96	3.39	6.36	23.90	46.63	1.14	.67	.537	m
6	2.61	2.96	5.57	20.95	47.79	1.14	.64	.607	m
7		22.32	22.32	83.93				6.041	a
8		12.68	12.68	47.67				3.023	a
9		11.82	11.82	44.45				2.414	a
10		10.68	10.68	40.15				2.730	a
11		9.29	9.29	34.91				1.770	a
12		8.96	8.96	33.70				1.629	a
13		8.29	8.29	31.15				1.577	a
14		8.14	8.14	30.62				1.773	a
15		7.89	7.89	29.68				1.574	a
16		7.68	7.68	28.67				1.592	a
17		7.32	7.32	27.53				1.449	a
18		7.11	7.11	26.72				1.428	a
19		6.86	6.86	25.78				1.442	a
20		6.57	6.57	24.71				1.519	a
21		6.25	6.25	23.50				1.299	a
22		5.82	5.82	21.89				1.188	a
23		5.43	5.43	20.41				1.928	a
X		16.32	16.32	61.37					a
Y		6.24	6.24	24.96					a

FIG. 3.- IDIOGRAMA DE Microtus mexicanus mexicanus.

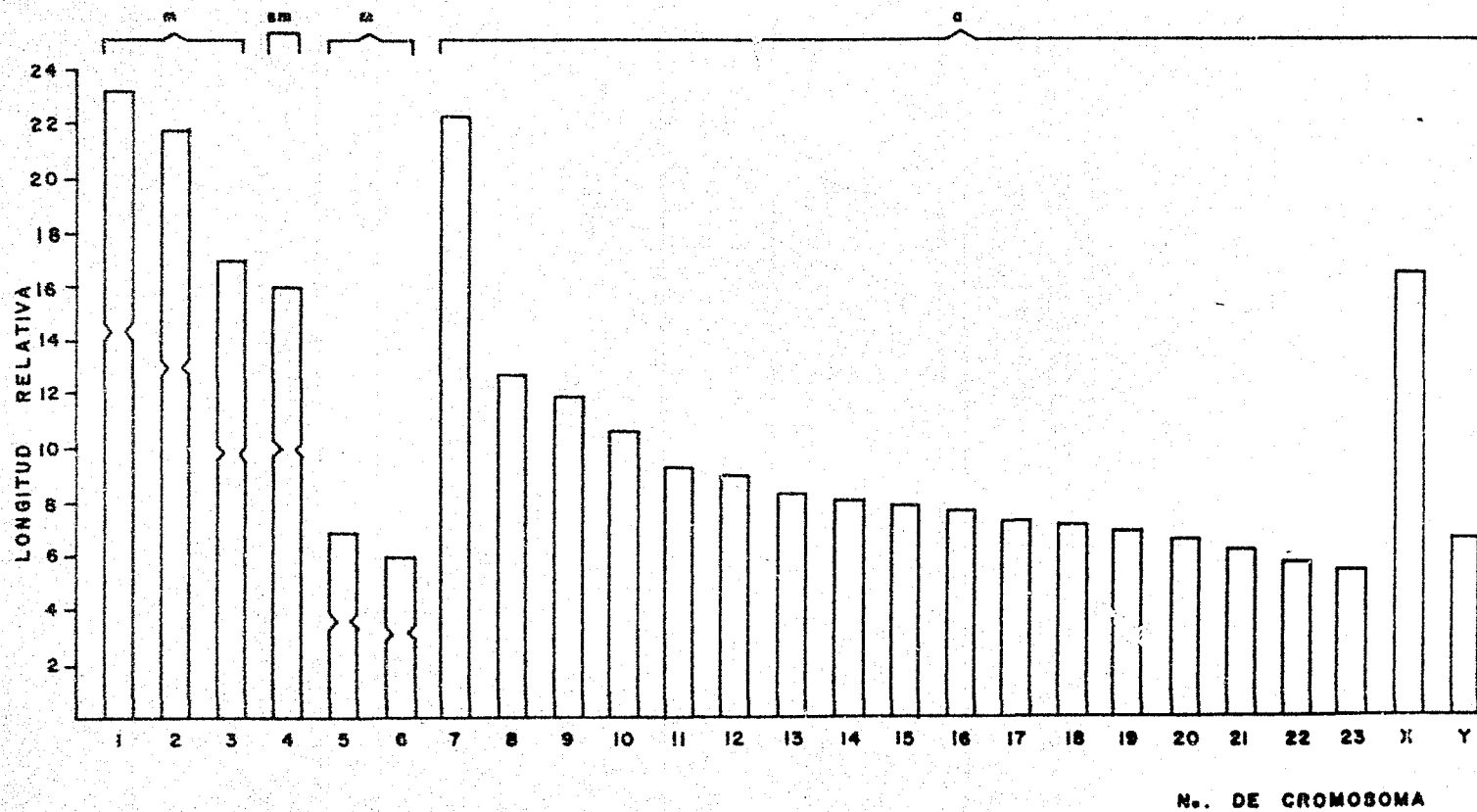


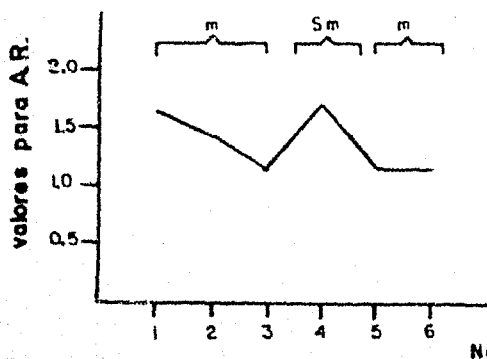
TABLA No. 2

CARACTERES CROMOSOMICOS DE ALGUNAS ESPECIES DEL GENERO

Microtus

	2N	Bir.	m	st	acro	X	Y	NF	REFERENCIA
M. <u>pennsylvanicus</u>	46	6	6	--	38	st	a	52	Matthey (1951)
M. <u>agrestis</u>	50	2	2	--	46	sm	a	52	Matthey (1950)
M. <u>montanus</u>	24	22	20	2	--	a	a	46	Matthey (1957)
M. <u>longicaudus</u>	56	30	30	--	24	sm	a	84	Matthey (1957)
M. <u>oregoni</u>	17 ♀ y ♂ 18	16	16	--	--	sm	a	32	Ohno (1963)
M. <u>arvalis</u>	46	36	36	--	8	m	punt.	58	Renaud (1938)
M. <u>montebelli</u>	30	28	28	--	--	m	a	56	Oguma (1937)
M. <u>oeconomus</u>	30	26	26	--	2	m	a	52	Matthey (1957)
M. <u>townsendi</u>	50	--	--	--	48	a	a	50	Cross (1931)
M. <u>canicaudus</u>	24	22	22	--	--	m	sm	44	Hsu T.C. (1965)
M. <u>ochrogaster</u>	54	12	12	--	40	sm	a	64	Matthey (1955)
M. <u>mexicanus</u> m.	48	12	12	--	34	a	a	58	Presente estudio.

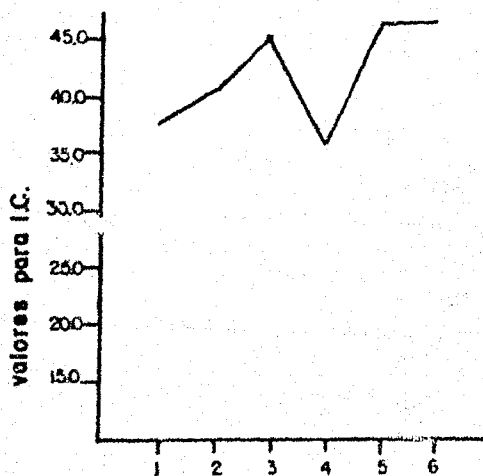
FIG. 4- GRAFICA.



"ARM RATIO"

REGION MEDIA (m) - 1.0 - 1.7

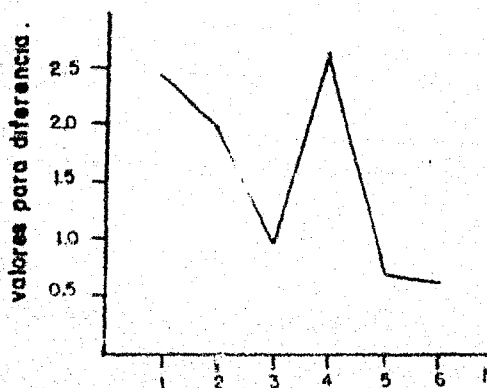
REGION SUBMEDIA (Sm) - 1.7 - 3.0



"INDICE CENTROMERICO"

REGION MEDIA (m) - 50.0 - 37.5

REGION SUBMEDIA (Sm) - 37.5 - 25.0



"DIFERENCIA"

REGION MEDIA (M) - 0.0 - 2.5

REGION SUBMEDIA (Sm) - 2.5 - 5.0

FIG. 5.- LONGITUD RELATIVA DE LOS
Cromosomas Birrameos.

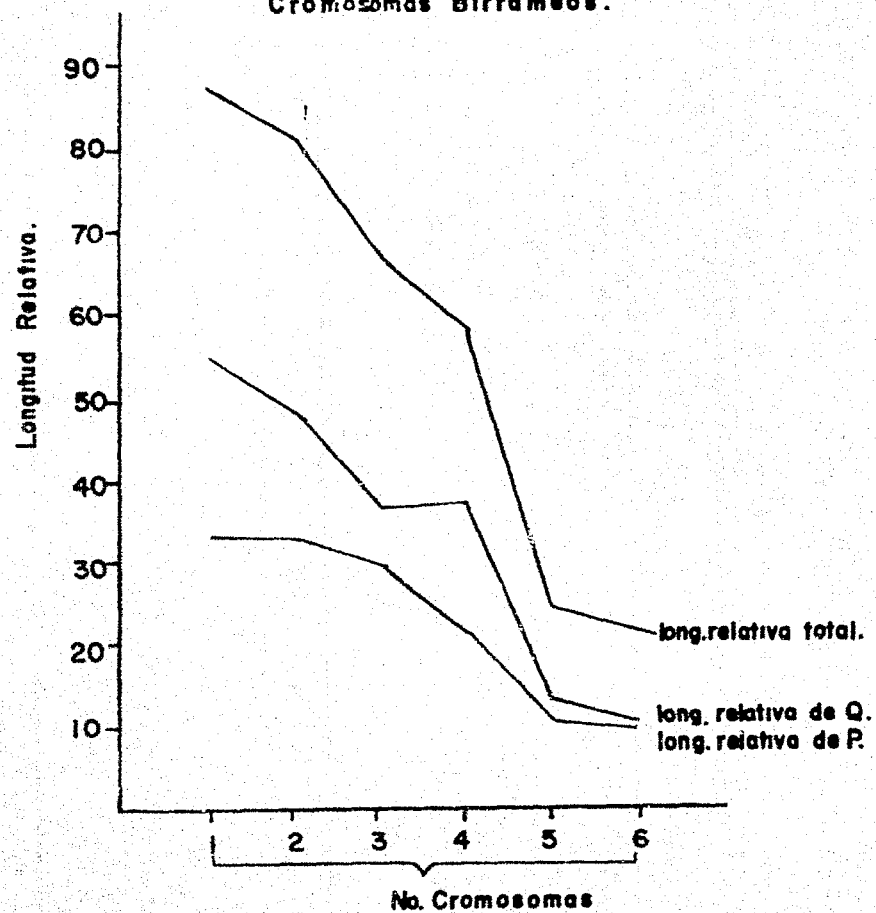
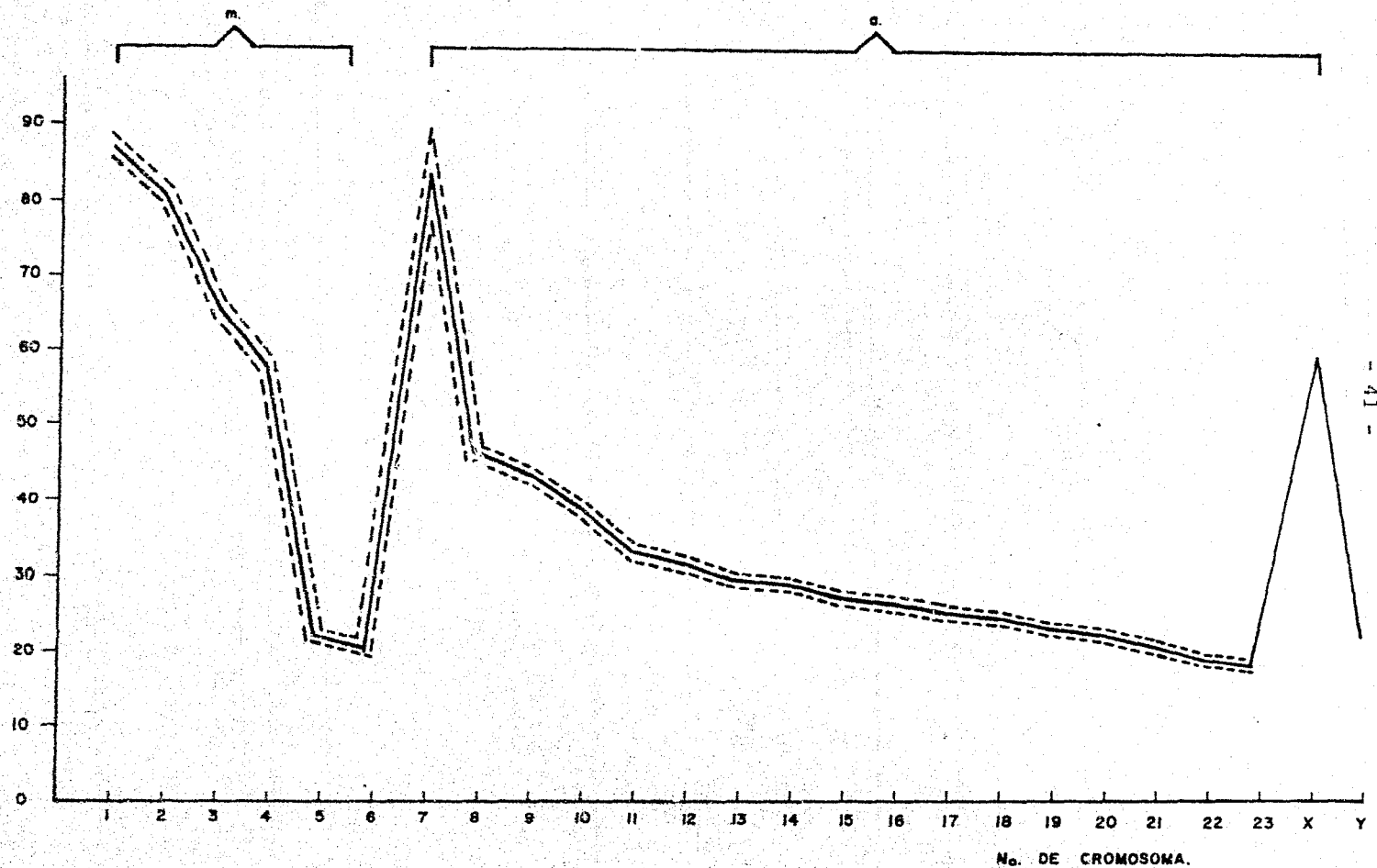


Fig. 6 ERROR MEDIO (SEM)
DE LA LONGITUD RELATIVA



UNIVAC 1106 TIME/SHARING EXEC --- MULTI-PROCESSOR SYSTEM --- VER. 31-244 JPD 3 SITE * 1.4.3. * * * * *

[illegible]

RUNID: JPM000 ACCI: F3117-F3102 PROJECT: F3

TIME: TOTAL: 00:00:47.496

CPW: 00:00:21.870 I/O: 00:00:15.707

CE/ER: 00:00:09.769 WAIT: 00:00:00.000

IMAGES READ: 553 PAGES: 15

START: 12:31:16 NOV 12+1975 END: 12:38:25 NOV 12+1975

CARIOTIPO

1 2 3 4 5 6 7
VCL. DE
AUTOSOMA

LONG. REL. DE CADA AUTOSOMA Y CARIOTIPO

1	75.24	75.70	65.50	62.04	114.50	77.00	117.50
2	70.90	74.20	63.92	62.25	104.34	74.00	100.04
3	69.50	62.78	44.52	47.52	74.92	65.00	86.48
4	59.20	54.52	45.12	47.00	68.04	57.22	77.08
5	44.44	42.50	42.50	40.54	25.34	25.34	25.38
6	19.74	19.74	20.00	17.86	21.44	23.40	20.68
7	67.42	77.00	62.04	61.10	43.00	74.40	127.94
8	47.74	42.30	34.40	35.50	37.04	44.10	70.50
9	40.40	41.30	35.50	33.04	31.70	41.30	60.10
10	42.30	39.40	32.70	28.32	40.20	33.72	54.20
11	34.70	33.04	31.90	29.44	37.40	33.84	45.00
12	30.74	31.02	29.14	24.44	37.00	34.78	43.24
13	31.40	30.50	25.32	22.50	31.04	31.90	41.30
14	31.02	29.14	20.32	20.50	33.34	31.02	42.30
15	30.00	28.20	23.32	19.74	33.84	31.02	38.54
16	27.20	27.20	24.44	21.52	33.34	24.20	37.40
17	20.20	20.32	22.50	20.04	31.90	20.32	32.50
18	20.32	20.32	22.50	18.80	31.90	20.32	34.78
19	24.44	20.32	22.50	17.80	30.30	24.44	34.78
20	22.50	24.44	22.50	16.02	29.14	22.50	34.78
21	24.44	22.50	19.90	19.72	29.14	22.50	30.08
22	18.30	22.50	18.00	15.98	25.30	22.50	29.14
23	21.02	20.08	15.04	14.10	21.02	20.08	29.14
24	60.74	60.10	50.70	43.24	62.04	60.10	86.48
25	15.00	16.92	22.50	31.90	30.50	22.50	31.90

CANID TIPO

Vol. 1
4.11.5044

10 DE CADA AUTONOMA E CRISTIANO

1	44.71	35.71	38.57	37.86	41.14	40.00
2	35.24	40.51	37.71	35.71	41.14	40.00
3	45.00	41.79	43.40	43.40	42.80	50.00
4	36.51	32.70	41.07	34.07	35.60	41.27
5	42.31	45.43	50.00	45.43	51.84	42.40
6	36.10	47.62	50.00	47.62	48.10	40.00
7	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.00	.00	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.00	.00	.00	.00
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00
16	.00	.00	.00	.00	.00	.00
17	.00	.00	.00	.00	.00	.00
18	.00	.00	.00	.00	.00	.00
19	.00	.00	.00	.00	.00	.00
20	.00	.00	.00	.00	.00	.00
21	.00	.00	.00	.00	.00	.00
22	.00	.00	.00	.00	.00	.00
23	.00	.00	.00	.00	.00	.00
24	.00	.00	.00	.00	.00	.00
25	.00	.00	.00	.00	.00	.00

CARIOTIPO

NO. DE
AUTOSOMA

AR DE CADA AUTOSOMA Y CARIOTIPO

	1	2	3	4	5	6	7
1	1.23	1.50	1.59	1.84	2.44	1.43	1.50
2	1.63	1.47	1.52	1.54	1.41	1.15	1.52
3	1.16	1.39	1.30	1.30	1.33	1.00	1.14
4	1.74	2.05	1.40	1.94	1.51	1.42	1.53
5	1.36	1.18	1.30	1.20	.93	1.33	1.08
6	1.02	1.10	1.30	.73	1.17	1.50	1.20
7	23.25	20.50	16.50	10.25	24.75	21.00	34.00
8	12.75	11.25	10.50	9.75	14.00	11.75	12.75
9	12.25	11.00	7.75	9.00	13.75	11.00	16.00
10	11.25	10.50	8.75	7.00	12.25	7.50	15.50
11	9.25	9.00	8.50	8.50	10.50	9.00	12.25
12	9.50	8.25	7.75	8.50	10.00	9.25	11.50
13	8.50	8.00	7.00	6.00	9.00	9.50	11.00
14	8.25	7.75	7.00	5.50	9.00	4.25	11.25
15	8.00	7.50	7.00	5.25	8.00	8.25	10.25
16	7.25	7.25	6.50	5.75	6.00	7.50	10.50
17	7.30	7.00	6.00	5.50	8.50	7.00	9.75
18	7.00	7.00	6.00	5.00	8.50	7.00	7.25
19	6.00	7.00	6.00	4.75	4.00	6.50	9.25
20	6.00	6.50	6.00	4.50	7.75	6.00	7.25
21	6.50	6.00	5.00	4.50	7.75	6.00	6.00
22	6.00	6.00	5.00	4.25	6.75	6.00	7.75
23	6.75	6.50	4.00	5.75	5.75	5.50	7.75
24	17.75	10.00	13.50	11.50	15.50	16.00	73.00
25	6.00	4.50	5.00	6.50	10.00	6.00	8.50

NO. DE AUTOSOMA

MP

LONG. TOT.

LONG. REL. IC

AM

B

SEN

TI

VARIANZA

1	0.70	14.34	23.10	87.01	37.01	1.60	2.04	5.801	6.846	34.122
2	0.71	12.09	21.01	81.24	40.33	1.44	1.93	5.080	7.167	25.810
3	1.43	9.64	17.01	64.20	45.03	1.22	.99	3.654	4.550	13.551
4	0.71	7.54	15.01	54.68	38.61	1.73	2.68	3.024	3.515	9.143
5	0.70	5.34	6.16	23.90	46.63	1.10	.87	.837	.272	.244
6	0.01	2.90	5.57	20.95	46.79	1.14	.84	.607	.397	.369
7	.00	22.32	22.32	83.93	.00	22.32	9.14	6.041	9.810	36.494
8	.00	12.04	12.04	47.67	.00	12.04	8.54	3.023	4.325	9.140
9	.00	11.82	11.82	44.45	.00	11.82	8.44	2.414	2.958	5.827
10	.00	10.00	10.00	40.15	.00	10.00	8.29	2.730	4.187	7.452
11	.00	9.24	9.24	34.91	.00	9.24	8.06	1.770	2.025	3.134
12	.00	8.90	8.90	33.70	.00	8.90	7.99	1.629	1.777	2.655
13	.00	8.24	8.24	31.15	.00	8.24	7.85	1.577	1.802	2.444
14	.00	8.14	8.14	30.62	.00	8.14	7.81	1.773	2.316	3.143
15	.00	7.84	7.84	29.64	.00	7.84	7.75	1.574	1.682	2.476
16	.00	7.50	7.50	28.47	.00	7.50	7.70	1.592	1.951	2.556
17	.00	7.32	7.32	27.53	.00	7.32	7.60	1.449	1.720	2.094
18	.00	7.14	7.14	26.72	.00	7.14	7.53	1.424	1.721	2.019
19	.00	6.86	6.86	25.76	.00	6.86	7.45	1.442	1.820	2.040
20	.00	6.57	6.57	24.71	.00	6.57	7.36	1.519	2.106	2.367
21	.00	6.25	6.25	23.50	.00	6.25	7.24	1.299	1.620	1.647
22	.00	5.84	5.84	21.89	.00	5.84	7.07	1.184	1.454	1.411
23	.00	5.43	5.43	20.41	.00	5.43	6.89	1.321	1.924	1.744
24	.00	16.32	16.32	61.37	.00	16.32	8.65	3.604	4.784	13.015
25	.00	6.64	6.64	24.98	.00	6.64	7.34	1.676	2.538	2.410

DISCUSION

La subespecie estudiada presenta un número cromosómico (2N) de 48, con un número fundamental (NF) de 58. El número diploide y el número fundamental de esta especie es cercano al de las especies Americanas: Microtus towsendii (2N= 46; NF = 50), Microtus pennsylvanicus (2N = 46; NF = 50), y Microtus ochrogaster (2N =54; NF = 64).

Por la morfología y tamaño de sus cromosomas muestra gran semejanza con Microtus ochrogaster el cual presenta, al igual que la subespecie estudiada, un pequeño cromosoma Y acrocéntrico y 12 cromosomas meta y submetacéntricos. Difieren en el número de acrocéntricos y en el cromosoma X, que en Microtus

ochrogaster es el submetacéntrico de mayor tamaño, -
mientras que en Microtus mexicanus m. es acrocéntrico
y el segundo en tamaño.

Debido a que en la subespecie estudiada existe
un número elevado de cromosomas acrocéntricos, se -
puede afirmar que presentan características carioló-
gicas primitivas con respecto a otras especies estu-
diadas (White, 1957; Matthey, 1958).

Existe un extraordinario parecido entre los - -
cromosomas sexuales de los roedores y de los demás -
mamíferos, en los cuales el elemento Y es en general
muy corto, en contraste con el elemento X que es muy
largo. Los individuos del género Microtus presentan,
generalmente, un cromosoma X meta o submetacéntrico,
sin embargo la subespecie estudiada, Microtus - -
mexicanus mexicanus, presenta el cromosoma X acrocén-
trico y de talla mediana al igual que el cromosoma X
que presenta Microtus townsendii. Con respecto al cro-
mosoma Y es en la mayoría acrocéntrico y diminuto, -
con excepción de Microtus canicaudus que presenta un

cromosoma Y submetacéntrico.

Como se puede observar en el cuadro # 2, la sub familia Microtinae presenta una gran diversidad en su número cromosómico, el cual va de 60 en Microtus crotorrhinus (Meylan, 1967) a 17 en Microtus oregoni (Ohno et al; 1963). El número fundamental también presenta una variación que va de 32 a 84.

En la subfamilia Microtinae de 78 especies recopiladas por Matthey (1973), 32 presentaron de 54 a 56 cromosomas y todas ellas pertenecen al tipo considerado por los taxónomos como primitivas.

Matthey (1973) propuso que existe un extraordinario paralelismo entre la constitución cromosómica y la posición sistemática de los Microtus. Las especies que presentan 54 y 56 cromosomas se componen, generalmente, de cromosomas acrocéntricos, siendo sus números fundamentales el mismo que sus números cromosómicos. En Microtus longicaudus ($2N = 56$) se encuentran de 20 a 30 cromosomas meta y submetacén-

tricos. Estos elementos birrameos son del tamaño de los elementos acrocéntricos de otras especies, por lo tanto, el origen por fusión puede descartarse. Se piensa que de la fisión de algunos de estos cromosomas, los cuales probablemente surgieron por inversiones pericéntricas, podría resultar un número diploide por arriba de 56.

Las evidencias bioquímicas tienden a apoyar la hipótesis propuesta por Hyman y Martin (1969): "Las especies de mamíferos euterianos evolucionaron a partir de una especie ancestral con alto número diploide hacia un bajo número diploide". Atkin et al (1965) ha dado a conocer que Microtus oregoni ($2N = 17, 18$) presenta un contenido nuclear de DNA 10% más bajo que los euterianos que presentan un alto número cromosómico. Esta diferencia es interpretada como el resultado de la eliminación de fragmentos céntricos y acrocéntricos durante la fusión, por lo cual el número diploide ha cambiado de un número alto a uno bajo (Matthey, 1973).

Matthey (1958, 1968) consideró que los mamíferos Euterianos se desarrollaron a partir de especies ancestrales que contenían un número diploide entre 40-56 y, por lo tanto, es muy probable que los miembros más primitivos de la Subclase antes mencionada tuvieran un número diploide de 48. Este valor característico se encuentra en algunos ejemplares de la familia Microtinae como son los "Apodemus". Cifras vecinas se encuentran en Rattus, Mus y ciertos "Compagnoles" como son Sigmodon y los cricetidos del Nuevo Mundo (Solís, W., 1972; Uribe Alcocer, 1972 y 1973).

Si se parte de un número primitivo de 48 o de un número cercano $(48 - 8)$, la evolución cromosómica ha ocurrido a través de una variedad de mutaciones, de las cuales las más frecuentes son las fusiones, ocurriendo con menos frecuencia las inversiones pericéntricas y las fisiones.

Este concepto, que es el más aceptado, emerge de los datos estadísticos reportados al respecto,

los cuales revelan una alta probabilidad de la existencia de 40 a 56 cromosomas en la mitad de las especies de los mamíferos euterianos.

La variación que existe, en la subfamilia - - - Microtinae, en lo que respecta a su número diploide y su número fundamental, se puede deber a que el mecanismo de fusión céntrica sea el más común de los - rearreglos citológicos observados en los roedores y ello puede explicar la evolución de un número diploide alto a uno bajo. Si las especies relacionadas presentan el mismo número de brazos cromosómicos (NF) y diferente número diploide, su diferencia cariotípica - se debe a una serie de fusiones céntricas en las cuales dos acrocéntricos se unen para formar un metacéntrico (Nadler, 1969).

Actualmente se conoce solamente un caso en el - cual se puede demostrar la intervención de un proceso de fisión, y éste es en Microtus longicaudus, ya mencionado anteriormente.

Matthey (1964, 1966) sugiere que el primer paso de la especiación debió consistir en la interesterilidad entre los ratones de cromosomas sexuales acrocéntricos (tipo primitivo) y aquellos que sufrieron translocaciones entre los cromosomas sexuales y los autosomas.

BIBLIOGRAFIA

- AHUMADA, M. A. 1976. Los Cromosomas de Spermophilus p.
Tesis Profesional. Facultad de Cien-
cias. Universidad Nacional Autónoma
de México. México.
- AL-AISH, M., 1969. Human Chromosome Morphology. 1.
Studies on Normal Chromosome Characte
rization and Karyotyping. Can. Jour.
Gen. and Cytol. 11:370-381.
- CID, S. M. L. T., 1976. Estudio citogenético Comparati
vo en Reithrodontomys chrysopsis -
perotensis y Reithrodontomys chrysop-
sis chrysopsis (Crisetidae-Rodentia).
Tesis Profesional. Facultad de Cien-
cias. Universidad Nacional Autónoma
de México. México.

COOPER, J. E. K.; E. ARRIGHI y T. C. HSU., 1970. Delec-
tions of the X Chromosomes in - -
Microtus agrestis Cells in vitrio.
Cytogenetics. 9:468-484.

DENVER STUDY GROUP, 1960. A proposed Standard System of
Nomenclature of Human Mitotic -
Chromosomes. Denver, Colorado.
Addendum. 1. Acta Genet. 10:322-328.

GARBER, E. D., 1975 Introducción a la Citogenética.
CECSA, México, 248 pp.

GARCIA REY, S. Y., 1976. Estudio Citogenético en -
Romerolagus diazi (Lagomorpha, Leporidae)
Tesis Profesional. Facultad de Ciencias.
Universidad Nacional Autónoma de México.
México.

HALL, E. R. y N. R. KELSON, 1959. The Mammals of North
America. Vol. 11 The Ronald Press Co.,
N. Y. 711 - 765

HANSEN, E.-MELANDER., 1964. The Chromosomes of - -

Microtus agrestis.- Hereditas.

52:241

HSU, T.C. y K. BENIRSCHKE, 1967. Microtis pennsylvanicus

pennsylvanicus. An Atlas of Mammalian

Chromosomes. Vol. 1, folio 15.

HSU, T.C. y K. BENIRSCHKE, 1968. Microtus agrestis. An

Atlas of Mammalian Chromosomes. Vol.

2, folio 69.

HSU, T.C. y K. BENIRSCHKE, 1969. Microtus oregoni. An

Atlas of Mammalian Chromosomes. Vol.

3, folio 121.

HSU, T.C. y K. BENIRSCHKE, 1969. Microtus longicaudus.

An Atlas of Mammalian Chromosomes.

Vol. 3, folio 129

HSU, T.C. y K. BENIRSCHKE, 1970. Microtus arvalis. An

Atlas of Mammalian Chromosomes. Vol.

4, folio 173.

HSU, T.C. y K. BENIRSCHKE, 1970. Microtus montebelli.

An Atlas of Mammalian Chromosomes.

Vol. 4, folio 174.

HSU, T. C. y K. BENIRSCHKE, 1970. Microtus oeconomus.

An Atlas of Mammalian Chromosomes.

Vol. 4, folio 175.

HSU, T. C. y K. BENIRSCHKE, 1971. Microtus canicaudus.

An Atlas of Mammalian Chromosomes.

Vol. 5, folio 271.

HSU, T. C. y K. BENIRSCHKE, 1971. Microtus ochrogaster.

An Atlas of Mammalian Chromosomes.

Vol. 6, folio 272.

HSU, T. C. y R.A. MEAD, 1969. Mechanisms of Chromosomal

Changes in Mammalian Speciation. en -

Comparative Mammalian Cytogenetics. -

editado por Benirschke, K., Springer-

Verlag N. Y. 8-17.

LARA VASAVILBASO, R. DE, 1977. Estudio Citogenético de la Ardilla Terrestre Spermophilus - adocetus (Sciuridae, Rodentia.) Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México. México.

LEVAN, A., K. FEDGA y A. SANDBERG, 1964. Nomenclature for Centromeric Position on Chromosomes. Hereditas. 52: 201-220.

MATTHEY, R., 1952. Chromosomes de Muridae (Microtinae et Cricetinae). Chromosoma Bd. 5, S:113-138.

MATTHEY, R., 1958. Un 'Nouveau Type de Determination Chromosomique du Sexe Chez les Mammifères Ellobius lutescens th. et Microtus (Chilotus) oregoni Bachm. (Muridés, Microtinés). Experientia. Vol. 14:240-241.

- MATTHEY, R. 1973. The Chromosome Formulae of -
Eutherian Mammals. en Cytotaxonomy
and Evolution., editado por Chiare
lli y E. Capanna., Academic Press,
London-N.Y. 619-657.
- MATERN, B. y M. SIMAK, 1968. Stadistical Problems -
in Karyotype Analysis. Hereditas.
59:280-288.
- MAYR, E., 1969. Species, Speciation and - -
Chromosomes en Comparative Mammalian
Cytogenetics., editado por Benirschke,
K., Springer Verlag N.Y. 1-7.
- METTLER, L. E. y GREGG, T. G. 1972. Genética de las
Poblaciones y Evolución. UTEHA, Mé
xico. 245 pp.
- NADLER, C. F., 1969. Chromosomal Evolution in Ro-
dents., en Comparative Mammalian -
Cytogenetics., editado por Benirschke,

K., Springer Verlag. N. Y. 277-309.

OHNO, S., J. JAINCHILL y C/ STENIUS, 1963. The -
Creeping Vole (Microtus oregoni) -
as a Gonosomic Mosaic. 1. The OY/XY
Constitution of the Male. Cytogene-
tics. 2:232-239.

RHOADES, M. M., 1940. Studies of a Telocentric - -
Chromosome in Maize with Reference
to the Stability of its Centrome -
res. Genetics. 25:483-520.

RODRIGUEZ, R. F. y URIBE, 1975. Estudios Citogenéticos en Neotomodon alstoni perotensis - Merriam, 1898. Mem. de la 11 Reunión Nal. de la Soc. Mex. de Gen.: Maza - tlán, Sin. 300-311.

SOLIS, W. V. 1972. Estudio Citogenético en - - - Peromyscus truei del Pedregal de San - Angel. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

URIBE-ALCOCER, M. 1972. Estudios Citogenéticos en - - - Neotomodon alstoni alstoni Merriam, - 1898 (Cricetidae, Rodentia). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

URIBE-ALCOCER, M., A. LAGUARDA, J. ROMERO, J. PAULETTE y S. SCAGLIA DE PAULETTE, 1973. Chromosome Analysis and Meiotic Behaviour of Neotomodon alstoni alstoni. Mamm. Chrom. Newsl. 14:12-13.

URIBE-ALCOCER, M., A. LAGUARDA, J. ROMERO, J. PAULETTE
y S. SCAGLIA DE PAULETTE, 1974. Cytogenetic Analysis
of Neotomodon alstoni alstoni. Cyto-
logía. (Tokio). 39:437-442.

URIBE-ALCOCER, M., F. RODRIGUEZ, R. RUIZ CARUS y A. -
LAGUARDA, The Chromosomes of Spermophilus -
spilosoma cabrerai. Mamm. Chrom. -
News1. En prensa.

VORONTSOV, N. N. 1973. The Evolution of the Sex -
Chromosomes. en Cytotaxonomy and -
Vertebrate Evolution. editado por
Chiarelli, A. B. y E. Capanna. -
Academic Press. London-N. Y. 619-657

WHITE, J. J. D., 1954. Animal Citology and Evolution.
Cambridge University Press, Londres.

WHITE, M. J. D., 1968. Models of Speciation. Science.
159:1065-1070.

WHITE, M. J. D., 1973. Chromosomal Rearrangements in
Mammalian Population Polymorphism -
and Speciation. en Cytotaxonomy and
Vertebrate Evolution. editado por -
Chiarelli, A. B. y E. Capanna. - -
Academic Press, London-N. Y. 95-124.