

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO CITOGENETICO EN Romerolagus diazi
(Lagomorpha Leporidae)

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

p r e s e n t a

SONIA YOLANDA GARCIA REY

México, D.F.

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A MIS PADRES CON AMOR Y
PROFUNDO AGRADECIMIENTO

A MIS HERMANOS CON CARINO

A MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Alfredo Laguarda Figueras, Director del Centro del Mar y Limnología de la U.N.A.M., por haberme permitido realizar el presente trabajo, en la Institución a su digno cargo.

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

Agradezco a Jerónimo Vazquez Hinojosa, su valiosa ayuda al proveerme de los especímenes, que utilicé en mi estudio.

A Jorge Romero Jarero, su colaboración en la parte técnica y manual. Asimismo al Dr. Alfredo Laguarda, al M. ENC. Faustino Rodríguez, M.-EN C. Irene Gonzalez, y a la Bióloga Pilar Torres, por sus apropiadas sugerencias en la revisión.

I N D I C E

INTRODUCCION	1
MATERIAL Y METODO	9
RESULTADOS	17
DISCUSION	23
CONCLUSION	31
BIBLIOGRAFIA CITADA	33

I N T R O D U C C I O N

La diversidad de los seres vivos ha intrigado siempre la mente - del hombre. Ha sido esto una motivación poderosa y constante para la búsqueda de sistemas de pensamiento, que respondan a esa inquietud. En tiempos recientes ha permitido una búsqueda más intensa del origen y de las relaciones existentes entre los distintos grupos de seres vivos.

La ciencia es un reflejo de la búsqueda de la verdad por el hombre. El método científico es un arma que se utiliza para encontrar res-puestas a las preguntas que el hombre se formula. Ante la complejidad de los seres vivos, han surgido varias disciplinas científicas a fin de lle-gar a conocer mejor sus distintos aspectos. Estas disciplinas en algunos de sus capítulos, pueden brindarnos respuestas sobre el origen y desarro- llo de los grupos de organismos. La Morfología, en base a similitudes en la forma externa, nos sugiere relaciones de parentesco entre distintos grupos taxonómicos; la Anatomía Comparada permite hacer lo propio basándose - en el estudio de la estructura interna de los organismos; la Paleontología por su parte, mediante el estudio de los restos de organismos que vivieron en épocas pasadas permite establecer relaciones con las formas vivientes - actuales; la Bioquímica, cuyo objeto es el estudio, de la estructura y función molecular de los componentes de los seres vivos, nos permite también descubrir afinidades entre los organismos por las semejanzas existentes en

las moléculas que los componen; la Genética estudia los mecanismos de variabilidad y hereditarios y mediante ella se puede llegar a explicar en parte, la similitud y diferencias entre formas vivas que vivieron en el pasado y las formas actuales, así como, en las distintas entidades de la fauna actual; por su parte, el estudio de los fenómenos de mutación y recombinación permite explicar la variabilidad, elemento indispensable para la adaptación de los seres vivos a nuevos ambientes que deban afrontar.

Las aportaciones de todas las disciplinas anteriores han permitido entre otros, establecer sobre bases más sólidas y firmes las relaciones taxonómicas por otro lado el surgimiento de la sistemática como un reflejo de la evolución de los seres vivos, o sea, de los cambios paulatinos -- que las formas vivientes han sufrido en el transcurso del tiempo, a fin de adaptarse de manera más eficaz, al medio ambiente siempre cambiante en que se encuentran.

La Citogenética, disciplina que se origina en el punto de confluencia de la Citología y de la Genética, al estudiar las funciones y estructuras celulares que intervienen en los fenómenos de la herencia, puede brindar particular ayuda a los estudios evolutivos. Su punto de partida puede establecerse con la formulación de la teoría cromosómica de la herencia, por Sutton y Boveri, hacia 1902.

Los datos obtenidos de esta disciplina de la ciencia, han aportado una serie de argumentos relevantes para hacer más consistente la Taxonomía. Una de las herramientas de la Citogenética, es el análisis cariotípico.

El estudio del número y morfología de los cromosomas, nos permite establecer relaciones de parentesco entre las poblaciones estudiadas, ya que ordinariamente las poblaciones de una misma especie presentan las mismas características en su complemento cromosómico, aunque en ocasiones, algunas poblaciones pueden mostrar polimorfismo cromosómico al exhibir variaciones en el complemento diploide. Dichas variaciones son generalmente atribuibles a uno o pocos rearrreglos cromosómicos, lo que permite inferir cuales han sido los pasos que puede seguir el complemento diploide en su evolución. Por otra parte la semejanza y variaciones entre los complementos diploides de entidades taxonómicas de rango intra e interespecífico, ya sean poblaciones o especies simpátricas o alopátricas, pueden ser un argumento para determinar su grado de proximidad filogenética.

El polimorfismo cromosómico en combinación con el medio geográfico es un fenómeno muy importante, ya que puede llevar a las poblaciones a un aislamiento definitivo, el cual puede presentarse en un primer momento a nivel intraespecífico; y expresarse interespecíficamente, constituyendo uno de los principales mecanismos de especiación. Como lo señala Mayr (1969), cualquier fenómeno que afecte el arreglo de los cromosomas es importante, ya que es significativo bajo el punto de vista de la evolución.

Las primeras investigaciones Citogenéticas fueron hechas en plantas y en dípteros, y no fue hasta tiempos muy recientes en que los mamíferos han sido objeto de su estudio. Uno de los primeros grupos estudiados fue el de los primates (Painter 1922), orden que presenta variación cromosómica exigua, por estar constituida por grupos bien establecidos, formando uno de los órdenes más estables. Lo contrario se puede observar en grupos que están en intensa evolución. Tal es el caso de los roedores, que

presentan una gran variabilidad cromosómica, como lo demuestran en tiempos más recientes los trabajos realizados por Matthey (1945-1957-1963), -- Hsu y Arrighi (1966 y 1968), Nalder (1966 y 1969), y Ohno (1962).

En México se han hecho estudios principalmente por investigadores estadounidenses de grupos de roedores cuya área de distribución empieza al norte de nuestra frontera con los E.U.A., y continúa dentro de nuestro territorio. Sin embargo se han efectuado ya algunos estudios Citogenéticos de especies de la fauna mexicana, por un grupo de investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (Laguarda Figueras et al. 1971, Paulete Vanrrel et al. 1971; Solís W. 1972; Uribe Alcocer. 1972 1973; Rodríguez Romero. 1974 y el presente estudio).

El orden Lagomorpha junto con el orden Rodentia pertenecen a la cohorte de los glires (Simpson - 1945). Los Lagomorfos comprenden a todos los conejos y liebres, así como, a las "pikas". Este orden de los mamíferos está formado por nueve géneros con cuarenta y nueve especies recientes. Son miembros importantes de comunidades terrestres y están ampliamente distribuidos en el mundo. Solamente estuvieron ausentes en Australia y en el extremo sur de Sudamérica, antes de su introducción por el hombre. Los conejos están formados por una notable sucesión de grupos con una gran adaptabilidad a los más variados medios ambientes. Su distribución los ha -- hecho casi cosmopolitas, abarcando el viejo y el nuevo mundo. Fueron introducidos por el hombre en Nueva Zelandia, Australia, parte del Sur de -- Sudamérica y varias Islas del Océano Pacífico y Atlántico hasta los trópicos, en regiones cálidas y regiones boreales. Los conejos están sujetos a ciclos de reproducción intensa, marcados por períodos de gran escasez. En estas regiones los ciclos de reproducción de muchos carnívoros están in-

fluidos fuertemente por los cambios en la densidad de la población de los conejos.

El origen de los Lagomorphos es casi desconocido, pues tienen pocas evidencias paleontológicas del tiempo en que se supone que aparecieron (fines del paleoceno), y los registros fósiles más representativos, datan de principios del oligoceno. Sin embargo, gracias a los fósiles de Lagomorphos, se sabe que es un orden que surgió independientemente de los roedores, separándose directamente del tronco común a ambos. La familia Leporidae, probablemente se originó en Asia, aunque la mayor parte de su evolución primitiva ocurrió durante el mioceno y el oligoceno y se llevó a cabo en Norte América. Los Lepóridos se llegaron a establecer bien en el viejo mundo durante el plioceno. El peculiar grupo de las "pikas" apareció primero en el oligoceno en Eurasia, y posteriormente se diseminaron en Europa y Norteamérica. Los ocotónidos llegaron a su más amplia diversificación y distribución durante el período miocénico ocupando Europa y Asia. En América del Norte, las "pikas" viven en las altas montañas del Sur Oeste de Estados Unidos.

En la actualidad se conocen tres familias de Lagomorphos, una extinta; la Eurymylidae conocida sólo del paleoceno superior y 2 vivientes: la Ochotonidae, representada por las "pikas", y la Leporidae, que incluye a todos los conejos y liebres, y es considerada más avanzada que la anterior.

Romerolagus es un género perteneciente a la familia Leporidae, endémico del eje volcánico transversal, considerado como uno de los mamíferos más típicamente representativos de la fauna del país. Su ámbito de

distribución es muy restringido, pues ocupa solo la parte Este y Sur del Valle de México. Este animal emigró y evolucionó aisladamente, tomando modalidades muy parecidas a las "pikas", pero por sus caracteres morfológicos, ha sido colocado dentro de la familia Leporidae. Su filogenia es desconocida a ciencia cierta. Algunos autores (Dice-1929 y Bohlin-1942), dividieron a los Lepóridos en dos subfamilias: la Paleolaginae y la Leporinae. A la primera fueron asignados tres géneros actuales que presentan características primitivas, y en la cual se considera que Romerolagus debe ser colocado. Esta subfamilia incluye algunas especies que se encuentran en relictos, como pueden ser consideradas las Islas del Lyu Kyu al Sur de Japón donde se localiza el género Pronolagus y el género Pentalagus que vive en Africa del Sur.

Wilson (1949), considera que Romerolagus es así mismo, un género relicto de la dispersión leporina, ocurrida durante el plioceno tardío, cuyas características propias pudieron haber sido seleccionadas por el medio ambiente del período cuaternario.

La posición Taxonómica de Romerolagus en la clasificación general según Simpson 1945, es la siguiente:

Reyno	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Mammalia
Subclase	Theria
Orden	Lagomorpha
Familia	Leporidae

Subfamilia. Paleolaginae

Género. Romerolagus

Especie diazi

El estudio Citogenético de Romerolagus, es de gran importancia, ya que como se ha mencionado antes, el origen del género en estudio es casi desconocido. Se espera que el presente trabajo aporte datos que nos permitan tener una idea más clara acerca de sus relaciones filogenéticas, así mismo, una posición Taxonómica más exacta y por tanto, algo más de su evolución.

Nelson (1909) sugiere que en la meseta desértica Americana, existieron dos centros de desarrollo y distribución de Lepóridos y que en esta zona hay dos regiones de mayor abundancia de conejos y liebres, como se puede estimar del número total de individuos y de géneros representados en tales regiones. Una situada en el extremo norte y otra en el extremo sur, que se localiza en la zona oriental del Valle de México.

La investigación citogenética de Mamíferos en México, ha sido hasta la fecha dirigida hacia los Roedores. En Lagomorphos, dicha investigación se inicia con el presente trabajo, hasta donde se tiene conocimiento. En otros países se han realizado ya varios trabajos al respecto. (Hsu y Bennirschke, 1967; Worthington y Sutton, 1966; Chang et al, 1969; Jalal et al, 1967; Melander, 1956; Nickols y Levan, 1965; Palmer y Armstrong, 1967; Holden, 1968).

El presente trabajo tiene por objeto el estudio Citogenético de Romerolagus diazi, basado en el análisis cromosómico de los cariotipos ob-

tenidos de 7 ejemplares, mediante la interpretación estadística de los resultados y la comparación con otros cariotipos de otros grupos del orden - Lagomorpha. Las razones por las cuales se eligió a Romerolagus para el -- inicio en el estudio citogenético en el grupo de los Lagomorphos, son va-- rias:

- 1) Por ser un género típicamente representativo de la fauna mexi-- cana.
- 2) Por ser un género peligrosamente expuesto a la extinción, por-- la situación geográfica que ocupa.
- 3) Para tener un registro más de este género para estudios poste-- riores.
- 4) Por la peculiar situación taxonómica de estos organismos; que forman un género aislado de los géneros que se consideran fi-- logenéticamente próximos.

MATERIAL Y METODO

Para el presente trabajo, se obtuvieron 7 ejemplares de Romerolagus diazi, 4 hembras y 3 machos. Capturados en Milpa Alta, D.F., en la localidad "El Carril", situada entre los límites de Morelos y el D.F., hacia el sureste de la población Santa Ana Tlacotengo. La colecta se hizo en junio de 1971 y febrero de 1972.

La captura de los ejemplares se realizó con la ayuda de algunas personas de la localidad, quienes obtuvieron los animales vivos directamente de sus madrigueras. Después de introducirlos en jaulas se transportaron al laboratorio.

El método seguido para la obtención del material estudiado fue el siguiente:

- 1) Los ejemplares fueron pesados, y de acuerdo a su peso, se les inyectó intraperitonealmente 1 ml., por cada 10 g. de peso, de colchicina acuosa al 0.04%. La colchicina es un alcaloide mitostático que tiene como objeto aumentar el número de figuras mitóticas analizables. La inyección fue aplicada dos horas antes del procesamiento.

- 2) Se procedió a hacer la disección, para obtener los fémures y una vez obtenidos, se les cortaron la diáfisis. Se inyectó - medio TC 199, en la cavidad medular, para obtener las células a estudiar. La suspensión obtenida fue recogida en tubos de centrífuga, y para tener una solución homogénea, se utilizó - un "rapid mixer".
- 3) Se centrifugó el material durante 10 minutos a una velocidad de 800 R.P.M.
- 4) Se retiró el sobrenadante para obtener el botón, se le agregó agua bidestilada y se resuspendió incubándose a una temperatura de 37°C, durante 10 minutos. El agua bidestilada se usó - como solución hipotónica. Esto tiene como objeto el que las membranas celulares se rompan y dejen en libertad los cromosomas, en el momento de gotear.
- 5) Después se volvió a centrifugar a 600 R.P.M., para separar - las células de la solución hipotónica.
- 6) Se retiró el sobrenadante y el botón se resuspendió añadiendo - sele gota a gota hasta llegar a 10 ml, una solución fijadora de alcohol metílico, en una proporción de un 75% y ácido acético en un 25%.
- 7) Se centrifugó a 1000 R.P.M., durante 10 minutos.
- 8) Se retiró el sobrenadante y añadiendo solución fijadora se re

suspendió el botón, haciéndose dos cambios más de fijador posteriormente. En el último cambio de fijador, se dejan 2 ml. de la suspensión y se resuspendió el botón.

- 9) Para elaborar las preparaciones, se tomó una muestra de la suspensión, y desde una altura aproximada de 20 a 25 cm., se dejaron caer 3 gotas, sobre láminas que habían sido enfriadas previamente con agua helada. Inmediatamente después de dejar caer las gotas, se flamearon las preparaciones con el objeto de que los cromosomas se separaran.
- 10) Se colocaron las láminas en una solución de HCl 1N., y se dejaron hidrolizar durante 5 minutos en baño María, a una temperatura entre 50 y 60°C. La hidrólisis se hizo con el objeto de que los cromosomas aceptaran mejor el colorante, al romperse los puentes de hidrógeno entre las bases púricas y pirimidicas de los ácidos nucleicos.
- 11) Se lavaron las preparaciones con agua corriente, y, se tiñeron con una solución de Giemsa, en una proporción de 8 partes de agua destilada por 2 de Giemsa, durante 15 minutos.
- 12) Se lavaron con agua corriente y se montaron con Diaphane.
- 13) Se recortaron los cromosomas de aproximadamente 500 figuras mitóticas, a fin de conocer el número diploide de la especie estudiada.

Teniendo terminada la elaboración de las preparaciones -

se procedió a observar y buscar los campos cromosómicos en -- el microscopio, posteriormente se hizo la selección de los - campos que presentaron las mejores metafases mitóticas. La-- localización de los campos se hizo utilizando un England Fin- der.

Los campos seleccionados fueron fotografiados, con un fotomi- croscopio "Carl Zeiss", utilizando un ocular de 10X, un obje- tivo Neofluar 100/1.30 y optovar 1.25X, un filtro de interfe- rencia Carl Zeiss 467806. La película utilizada fue Kodak -- High Contrast HC 135-136 panchromatic.

La intensidad de la luz fue regulada automáticamente.

La película fue revelada con revelador Kodak D-11 y fijador - Kodak fixer. Para las positivas se utilizó papel Kodabromide F₄ y F₅, revelador Dektol Kodak y fijador Rapid Fixer.

ELABORACION DE CARIOTIPOS E IDIOGRAMA

Se escogieron las mejores ampliaciones. Ocho procedentes de- hembras y seis de machos, y se montaron 14 cariotipos. Se marcaron y mi- dieron los cromosomas con una rueda dentada Gestentner RP55, después se re cortaron y se colocaron por parejas de homólogos y se clasificaron, según su tamaño y morfología. Para esta clasificación se usaron los sistemas es tandar de nomenclatura, propuestos en la conferencia de Denver en 1960 y - los métodos de AL-Aish (1969) y Levan et al (1964).

Para clasificar a los cromosomas se tomaron en cuenta 4 parámetros:

1) 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 del complemento cromosómico, que se determina, midiendo todos los cromosomas y tomando el promedio de cada par de homólogos, como la medida de ese cromosoma.

La longitud relativa, se expresa en unidades por mil:

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

donde:

P es la longitud del brazo corto.

Q es la longitud del brazo largo.

2) "Arm Ratio (AR), que es: la proporción de la longitud del brazo largo (Q), a la longitud del brazo corto (P), y se expresa:

$$AR = \frac{Q}{P}$$

3) El índice centrométrico (IC), que se calcula como la relación entre la longitud del brazo corto (P), y la longitud total del cromosoma multiplicado por mil.

$$IC = \frac{P}{P + Q} = (1000)$$

4) La diferencia (d) entre el brazo largo (Q), y el brazo corto-

(P), indica la posición del centrómero en el cromosoma.

Cualquier cromosoma se considera dividido en 10 partes independientemente de su longitud total. Utilizando la medida del "ARM RATIO", ya obtenida, se puede utilizar la siguiente fórmula:

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

Recientemente algunos autores (Hsu, 1952, Tjio y Lewis, 1956; -- Chu, 1960), le han dado mayor importancia a la posición del centrómero, para la clasificación de los cromosomas porque su posición relativa en el cromosoma es constante. Los siguientes parámetros son índices de esta posición.

Clasificación basada en la posición del Centrómero (Levar, Frega y Sandberg, 1964),

IC	d	AR	Centrómero en:		
50.0 -	0.0	1.0	Punto medio	M	
47.5 - 37.5	0.0 - 2.5	1.0 - 1.7	Región media	m	
37.5 - 25	2.5 5.0	1.7 - 3.0	Región Submedia	sm	
25	12.5	5.0 - 7.5	3.0 - 7.0	Región Subterminal	st
12.5	2.5	7.5 - 1.0	7.0 - 00	Región terminal	t
2.5	0	00	Punto terminal	T	

Este sistema de clasificación, corresponde a la clasificación más

común, aunque no tan exacta en:

Metacéntricos (M), centrómero en región o punto medio (White, -- 1954).

Submetacéntricos (sm), centrómero en región submedia.

Subtelacéntrico (st), centrómero en región terminal.

Telocéntricos (T), centrómero en punto terminal.

Según varios autores (Navashin, 1916; Lewistsky, 1931; Darling-- ton, 1936; Rhoades, 1940 y White, 1954), el segundo brazo está siempre pre sente, aunque su tamaño sea menor al límite de resolución del microscopio-- y por lo que, los cromosomas telocéntricos son realmente acrocéntricos. En este trabajo, a los cromosomas con centrómero terminal se les considera -- acrocéntricos.

Levan et al (1964), recomienda que al trabajar con pequeños mamí-- feros, se simplifique esta clasificación incluyendo: Los grupos "sm" y -- "st" submetacéntricos y subtelacéntricos en un sólo grupo "smst".

Para formar el cariotipo, se agrupan los cromosomas pertenecien-- tes a cada grupo, (M, m, smst y T), y después se ordenan según su longitud decreciente (AL-Aish, 1969).

En las medidas de los cromosomas se encuentran algunas variacio-- nes, las cuales pueden deberse a varias causas como son: los efectos de la colchicina, ya que la respuesta a esta substancia es diferente para los --

cromosomas, teniendo como resultado distinto grado de concentración en --
ellas.

Otra fuente de variación puede ser que los brazos de los cromosoo
mas muchas veces quedan superpuestos o doblados.

Otra razón, es que las células se fijan en distintas etapas de -
la mitosis ya que al principio presentan su mayor grado de alargamiento, -
que va disminuyendo hasta el final en que presentan, su máxima contracción
(John y Lewis, 1968).

A pesar de estas variaciones, la medida de longitud total del --
juego cromosómico no presenta variaciones significativas estadísticamente,
ya que todo el juego está sometido a las mismas condiciones.

La elaboración del Idiograma se hizo en base al promedio de la -
longitud absoluta de cada brazo del juego cromosómico. La suma de estos -
valores promedio fue utilizada para obtener la longitud total, y mediante-
ella la longitud relativa del promedio de mediciones de cada cromosoma. -
En las mediciones se encontraron ligeras diferencias, que estadísticamente
no son significativas.

R E S U L T A D O S

El número modal de cromosomas encontrado en los campos mitóticos analizados de Romerolagus diazi en estudio fue de 48. De ahí se colige -- que el número diploide es el mismo (48). El número fundamental de la especie es 78. Para obtenerlo, se hizo el computo del número de brazos existentes, en los autosomas del complemento diploide.

El patrón de diferenciación sexual es XX/XY. En los cromosomas obtenidos se encontraron 23 pares de cromosomas autosómicos, de los cuales 16 son birrameos y 7 monorrameos.

En la tabla No. 1, se presentan los pares de cromosomas en orden de longitud decreciente y con la clasificación que le corresponde en base a la posición del centrómero, según análisis realizados en 14 cariotipos prominentes de individuos machos y hembras.

De acuerdo a dicha clasificación tenemos:

- 5 Pares de cromosomas subtelocéntricos.
- 5 Pares de submetacéntricos.
- 6 Pares de metacéntricos.
- 7 Pares de acrocéntricos.

El cromosoma X submetacéntrico y el cromosoma Y subtelocéntrico.

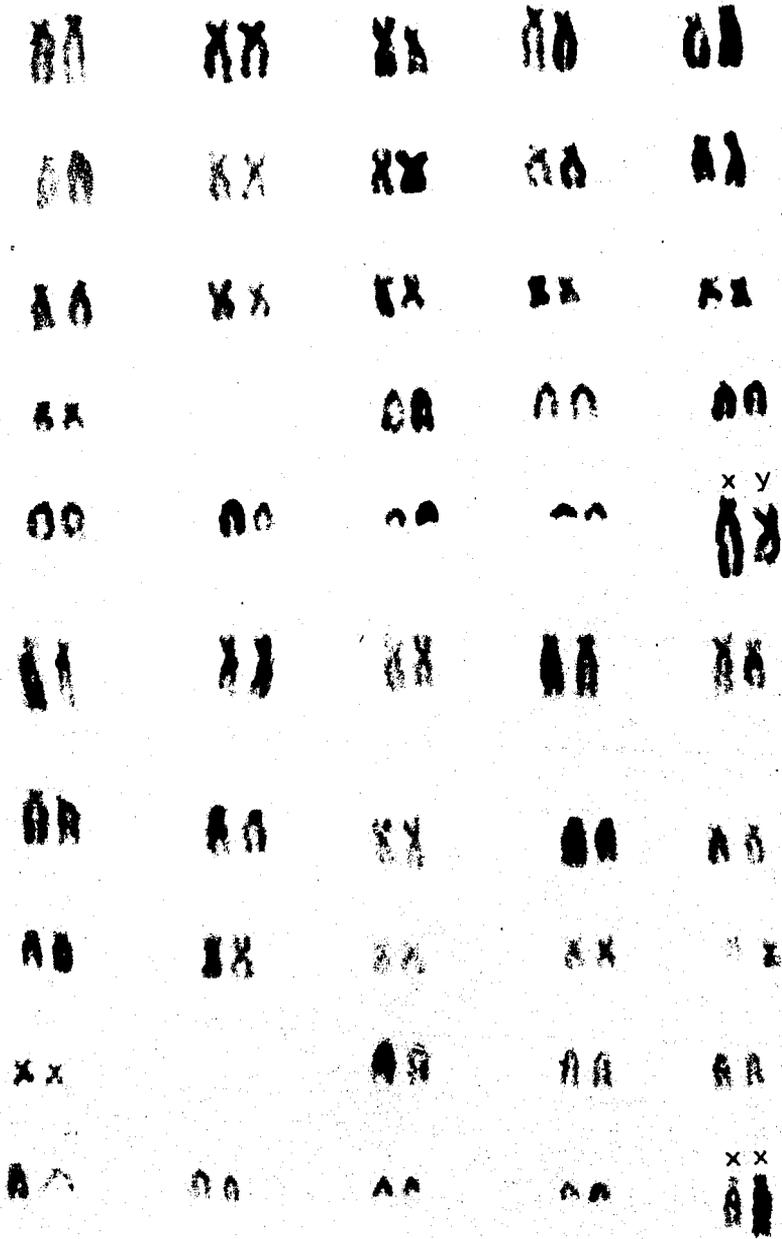
El cromosoma Y, es subtelocéntrico, carácter distintivo en el género, con respecto a las especies estudiadas hasta ahora. Siendo para las especies contenidas en la tabla II acrocéntrico excepto en Orytolagus curi culus, quien presenta un cromosoma Y submetacéntrico; otro carácter que lo hace diferir de las demás especies es su longitud, ya que se considera un cromosoma largo. Siendo que en la mayoría de los mamíferos se ha observado que el cromosoma Y es mas bien pequeño.

MEIOSIS.

El examen de campos meióticos mostró 24 bivalentes, en los cuales, no se pudo observar entrecruzamiento, ni figuras que evidenciaran rearrreglos cromosómicos. Se pudo observar en el bivalente XY, la unión distal de una pequeña porción de ambos cromosomas únicamente. Dichas estructuras mostraban la heteropcnosis negativa característica de dichos complejos, en algunas células en profase se observaron estructuras semejantes a las vesículas sexuales, que han sido encontradas en el orden Primates -- (Egozcue, Chiarelli y Surti Chiarelli, 1968) y en Roedores (1972 Solis W V).

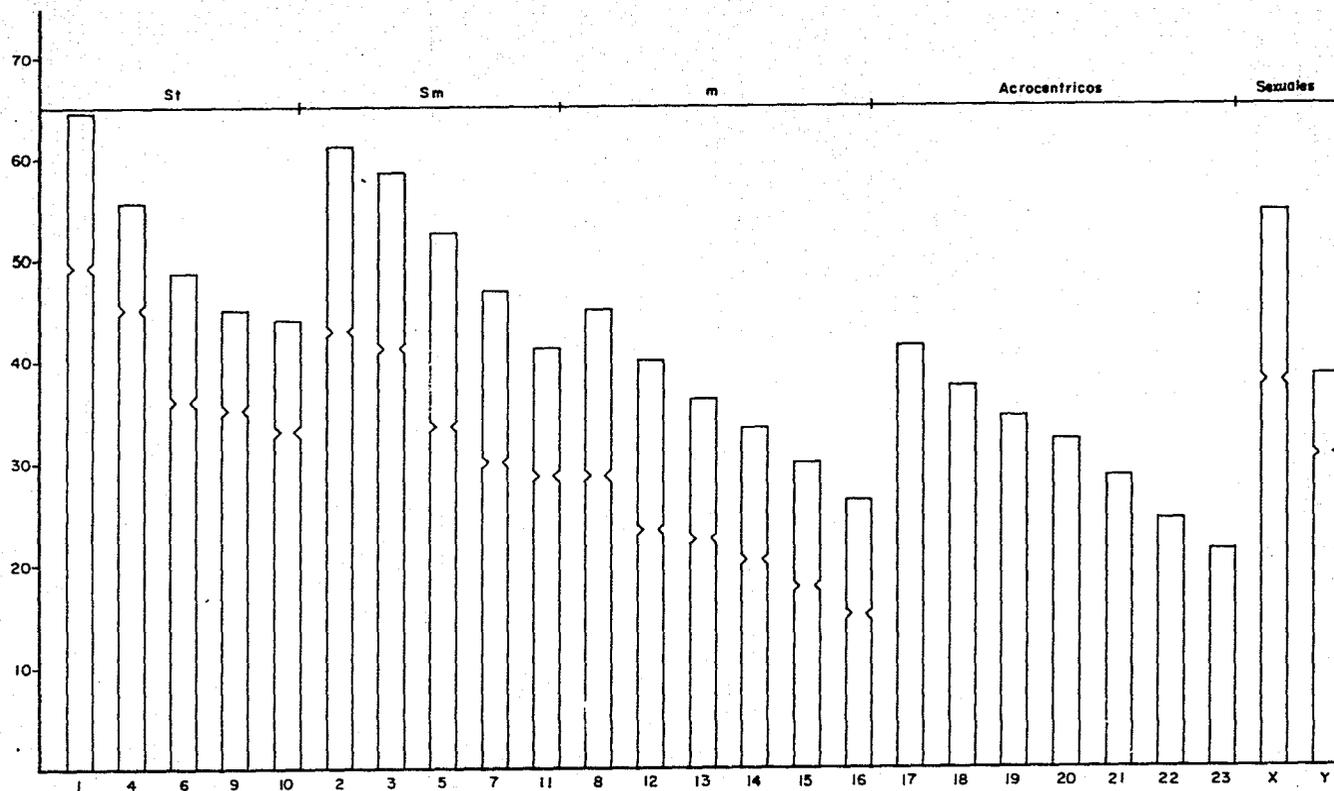
CARIOTIPO DE

Romerolagus diazi



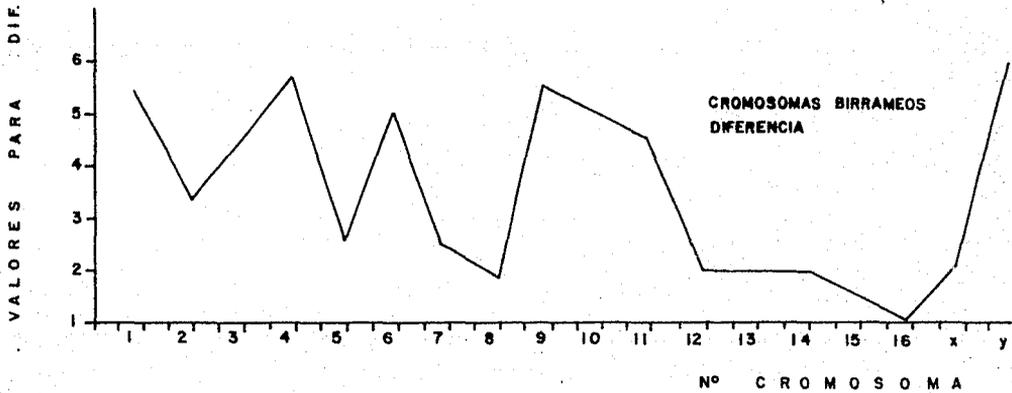
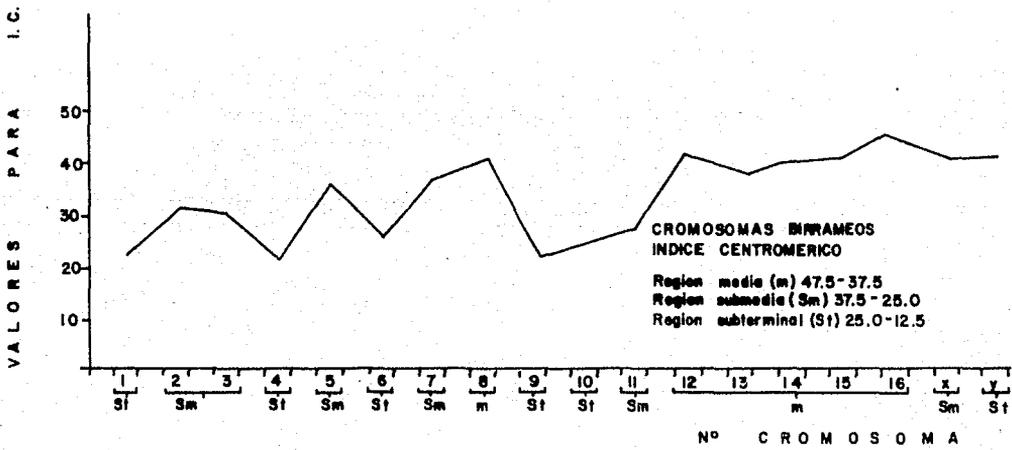
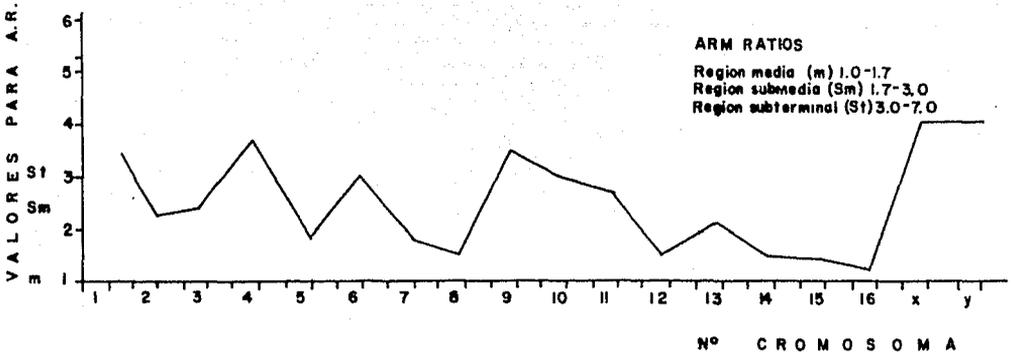
RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO DE LOS CARIOTIPOS
DE ROMEROLAGUS DIAZI Y SU CLASIFICACION

<u>L</u>	<u>Rp</u>	<u>LRq</u>	$\frac{LR}{p + Q}$	<u>IC</u>	<u>AR</u>	<u>d</u>	<u>Clasificación</u>
1	14.60	49.40	64.00	22.81	3.38	5.43	St
2	18.62	42.43	61.05	30.50	2.28	3.90	Sm
3	17.52	41.28	58.80	29.80	2.36	4.05	Sm
4	11.93	44.41	56.34	21.18	3.72	5.76	St
5	19.50	33.08	52.58	37.09	1.70	2.59	Sm
6	12.07	36.79	48.86	24.70	3.05	5.06	St
7	15.57	29.81	47.38	27.08	1.70	2.59	Sm
8	18.24	28.52	44.76	40.75	1.45	1.84	m
9	99.7	34.71	44.68	22.31	3.48	5.54	St
10	10.73	33.29	44.02	24.87	3.10	5.12	St
11	11.18	29.73	40.91	27.33	2.66	4.54	Sm
12	15.99	23.75	39.74	40.23	1.49	1.97	m
13	13.54	22.41	35.95	37.66	1.66	2.48	m
14	13.20	19.87	33.07	39.91	1.51	2.03	m
15	12.44	17.67	30.11	41.31	1.42	1.74	m
16	11.88	14.68	26.56	44.72	1.24	1.07	m
17		41.05	41.05				
18		36.80	36.80				
19		33.99	33.99				
20		31.78	31.78				
21		28.26	28.26				
22		24.15	24.15				
23		20.77	20.77				
X	16.31	38.07	54.39	29.99	2.33	3.99	Sm
Y	81.5	31.16	39.31	14.95	3.82	5.85	St



Gráfica 1.- IDEOGRAMA DE *Romerolagus diazi*.

GR AFICA 2



D I S C U S I O N

El cariotipo obtenido en la población estudiada Romerolagus diazi muestra que el número diploide es 48. De los cuales 32 autosomas son bii-- rrameos, y 14 autosomas son monorrameos.

Cromosomas sexuales:

El cromosoma X es submetacéntrico. De acuerdo a su longitud relativa ocupa el séptimo lugar de longitud en el idiograma.

El cromosoma Y es subteloicéntrico, carácter único dentro de los Leporidos. También es considerado un cromosoma largo, puesto que en la mayoría de los mamíferos se ha observado que el cromosoma Y, suele ser ordinariamente pequeño, pues se considera que la información necesaria para la aparición de los caracteres masculinos se contiene en poco espacio (Hsu y Arryghi, 1968). Como sugiere Solis, V. (1972) esto implicaría que tenga material genético redundante, en forma de reserva, lo cual ofrecería una ventaja en cuanto se necesitara de éste para una mejor adaptabilidad, en caso de que las condiciones ambientales así lo requieran. Este cromosoma vendría, de acuerdo a su longitud relativa, a ocupar el lugar décimo tercero de longitud decreciente en el idiograma.

Hsu y Arrithi (1966), consideran que los cariotipos con mayor número de acrocéntricos son más primitivos que aquellos que tienen mayor número de birrameos. Podemos considerar por lo anterior que Romerolagus presenta el cariotipo más primitivo de los Lagomorfos, puesto que tiene 14 -- acrocéntricos, el mayor número de cromosomas de este tipo observados en Lagomorfos (tabla 2). Esto implica que los individuos que pertenecen a este género estén menos adaptados a las condiciones del medio ambiente en -- que viven, sino que esta, se ha llevado a cabo sin que hayan intervenido -- simultáneamente rearrreglos cromosómicos. Es posible asimismo que nos encontremos ante un cariotipo igual o semejante al más próximo de los conocidos, al Tronco ancestral de los Logomorfos. Este carácter del género sugiere que en Romerolagus los procesos de evolución cromosómica, si se han -- llevado a cabo, han sido más bien lentos.

El hecho de no haber encontrado polimorfismo cromosómico, sugiere que el cariotipo de este género es estable, estabilidad apoyada por el hecho de que no haya producido radiación evolutiva como parece desprenderse, que Romerolagus sea un género monotípico.

Las poblaciones de Lagomorfos estudiadas citogenéticamente están indicadas en la tabla número 2. Las poblaciones que tienen distintos cariotipos, de ordinario tienen diferentes ámbitos de distribución y se -- ven acompañados de diferencias de tipo morfológico.

Sus diferencias cromosómicas principalmente la variación en la -- morfología de sus cromosomas y por tanto, en el número y tipo de birrameos se deben primariamente a rearrreglos cromosómicos, entre los cuales podemos encontrar los siguientes tipos:

a) Inversiones pericéntricas que podrían alterar la posición -- centrómero dentro del cromosoma originando un cromosoma del mismo tamaño - pero de diferente estructura que el cromosoma original.

b) Inversiones paracéntricas, que originarían un cromosoma con - la misma estructura y tamaño del cromosoma original, pero alteraría la posición de los loci presentes en el segmento invertido, lo cual podría modificar el apareamiento y disminución de los bivalentes en la meiosis.

c) Translocaciones, con las cuales se alteraría la forma y tama- ño del cromosoma original, al cual perteneciera originalmente el segmento- translocado y el cromosoma al cual este segmento se va a translocar.

d) Fusiones céntricas, los cromosomas con centrómero en posición terminal se fusionarían para dar uno solo con la pérdida consiguiente de - la porción céntrica de uno de ellos. Este tipo de rearrreglo cromosómico - disminuye el número diploide.

e) Fisiones céntricas, un cromosoma birrámeo se divide en dos, - posiblemente por la región centromérica, para originar dos cromosomas mono rrameos, aumentando el número diploide.

Se piensa que estos rearrreglos se originan de ordinario en pobla ciones aisladas geográficamente, acentuando otros mecanismos de aislamien- to reproductivo que se produzcan simultáneamente a fin de proteger adapta- ciones de habitat particular que se susciten en el seno de dichas poblacio nes.

Nelson (1909; 16, 18) propone que en la meseta desértica americana que se extiende del norte de los E.U.A. al centro de México, se encuentra la mayor abundancia de individuos y el número de tipos específicos. El área más rica en liebres y conejos está cerca de su extremo sur, donde viven representantes de tres géneros y seis especies bien establecidas. Por lo cual Nelson cree, que haya habido dos centros de distribución de Lagomorfhos: uno en el norte y otro hacia el sur.

Posiblemente Romerolagus tuvo su origen en el centro de distribución que se encuentra al sur de la meseta desértica norteamericana y pudo haber sido un producto de la evolución de un tipo semejante a Lepus, resultado de la dispersión del Plioceno tardío que emigró hacia la cuenca de México y se estableció como integrante de "islas" zoológicas, adquiriendo nuevos caracteres debidos a algunos de ellos al habitat (Wilson, 1949: 139) y explicando así su restringida distribución. El avance de los períodos interglaciares y la respectiva retención de los casquetes polares, presionaron las poblaciones a emigrar hacia regiones septentrionales o hacia las cumbres más altas de las montañas, donde podrían encontrar habitat semejante a los que se encontraban adaptados, y esto posiblemente explica la restringida distribución del género en estudio.

Romer (1966; 385), afirma, de acuerdo a los registros fósiles, que Lepus se encuentra del plioceno temprano al reciente en Europa, y del Plioceno al reciente en Norte América; Sylvilagus, del plioceno temprano reciente en Norte América, y del plioceno al reciente en Sur América. El registro fósil de Romerolagus diazi, no se conoce y probablemente la razón sea que estos Lagomorfhos ocuparon áreas sumamente restringidas y desarro-

llaron endemicidad extrema. Por ello la filogenia de Romerolagus es incierta.

Son pocas las evidencias que se tienen acerca de la paleontología de los Lagomorphos, pues solo se tienen cráneos y esqueletos completos de un solo tipo genérico Paleolagone (oligoceno) y cinco géneros conocidos de Leporidos antiguos. Bohlin (1942: 142) presenta un cuadro donde muestra la posible filogenia de los Leporidos antiguos y recientes de Norteamérica:

Cuadro propuesto por Bohlin donde muestra la posible filogenia de los Leporidos antiguos y recientes. (Tomado de Rojas. P: 1951).

Reciente	Pronolagus	Romerolagus	Pentalagus	Lepus
Pleistoceno	?	?	?	Lepus L. Y.
Plioceno	Caprolagus	brachypus	Pliolagus	Hypolagus
		Alilepus		Hypolagus
Mioceno		?		Hypolagus
Oligoceno	Palacolagus		Archacolagus	
	Megalapus	Palacolagus		
Eoceno	Mytonolagus			
Paleoceno		Eurymylus		

Basándose en la distribución y densidad de las poblaciones de Lagomorphos en la meseta desértica Norteamericana, mencionada antes, se puede pensar que las especies de Sylvilauum se originó en el centro Norte. Dicha especie se encuentra en ambos centros de distribución, aunque es más

abundante en Estados Unidos y decrece su número hacia el sur de México --- (Hall, E.R. y Kelson, N. R; 1959). La especie Lepus callotis, tal vez se haya originado en el centro sur de distribución.

Es difícil establecer los puntos de evolución cromosómica de los Lagomorfhos a partir de los cambios cromosómicos que se han dado dentro -- del género Romerolagus ; de los datos cronológicos de las especies de Sylvilagus y Orytolagus ya estudiados (tabla 2) puesto que cada uno de estos últimos géneros se encontraban bien establecidos desde el pleistoceno, como lo demuestra el registro fósil (Dice, 1929; Romer, 1966; Bohlin, --- 1942). Se puede afirmar que se han dado muchos rearrreglos cromosómicos a partir de entonces en el seno de estos tres últimos géneros, por lo cual -- sus cariotipos presentan características avanzadas. Por otra parte, las migraciones que han llevado al cabo las poblaciones de estos géneros a par -- tir de entonces, actualmente no permiten encontrar poblaciones que mues -- tren las etapas progresivas de evolución cromosómica.

Romerolagus, Pronolagus y Pentalagus conejos del reciente, son -- considerado como una rama proveniente de los Lepóridos Paleolaginos (Simpson, 1945) pertenecientes a una subfamilia, la Paleolaginae. Sería sumamente interesante conocer los cariotipos de las especies de la familia Paleolaginae, lo cual podría arrojar luz sobre las pautas de evolución crom -- sómica en los Lagomorfhos, al permitir comparar cariotipos de grupos su -- puestamente primitivos y filogenéticamente próximos.

En estudios posteriores se planea proceder al bandedo de los cromosomas con los métodos tradicionales, con el fin de obtener un conocimien -- to más del patrón de bandas presentes en el cariotipo de Romerolagus, y --

así poder tener bases para proceder a una comparación más precisa.

También se sugiere obtener los cariotipos de Romerolagus diazi, de cada una de las regiones donde se ha localizado con el fin de explorar la posibilidad de existencia de polimorfismo cromosómico

Tabla No. 2. Morfología y número cromosómico de Lagomorfos estudiados

	2N	BIR.	st.	sm.	m.	ACR.	X.	Y.	Referencias
<u>Romerolagus diazi</u> (conejo de los volcanes)	48	32	10	10	12	14	sm	st	Organismo en estudio
<u>Oryctolagus curiculus</u> (conejo doméstico)	44	34	12	10	12	8	sm	sm	Melander 1956; Nichols y Levan 1965.
<u>Sylvilagus floridiamus</u> (cola de algodón del este)	42	30	--	18	12	10	sm	acr.	Palmer y Armstrong 1967. Holden 1968.
<u>Sylvilagus audoboni</u>	42	32	--	22	10	8	m.	acr.	Worthington, D.H. y Sutton, D.A. 1966
<u>Sylvilagus muttalli</u>	42	32	--	22	10	8	m.	acr.	Worthington, D.H. y Sutton, D.A. 1966
<u>Sylvilagus transitionalis</u>	52	50	40	--	10	--	sm.	acr.	Worthington, D.H. y Sutton, D.A. 1967
<u>Sylvilagus bachmani</u>	48	34	--	26	8	12	sm lar.	acr. peq.	Holden Henry, E. 1968
<u>Lepus othus</u> Merriam	48	46	30	16	--	--	m.	acr.	Rausch Virginia, R. and Ritter Donald, G. 1974
<u>Lepus californicus</u>	48	32	--	28	4	14	sm.	acr.	Worthington, D.H. y Sutton, D.A. 1966
<u>Lepus alleni alleni</u> (Liebre antilope)	48	42	--	--	--	4	sm. peq.	acr.	Hsu y Benirschke 1967
<u>Lepus americanus</u> (liebre de pata blanca)	48	42	--	--	--	4	m. lar.	acr.	Chang <u>et al</u> 1969
<u>Lepus townsendii</u> (liebre de cola blanca)	48	42	--	--	--	4	sm.	acr.	Jalal <u>et al</u> 1967

C O N C L U S I O N E S

En el trabajo citogenético realizado en 7 ejemplares hembras y machos de Romerolagus diazi, Lagomorpha Lepórido, Se encontró que el número diploide (2N) es de 48 cromosomas, de los cuales 32 cromosomas autosómicos son birrameos y 14 son acrocéntricos. El número fundamental del género es 78. Los cromosomas sexuales Xe Y son birrameos; y Y es subtelocéntrico y largo, carácter distintivo entre los demás Leporidos.

En los campos meioticos estudiados se encontraron 24 vibalentes, no se evidenciaron rearrreglos cromosómicos. En algunas células en profase se observaron estructuras semejantes a las vesículas sexuales que se han observado en el orden de los primates.

Es difícil establecer el tipo de evolución cromosómica, si es que ésta se ha llevado al cabo, así como el establecer relaciones filogenéticas con los demás Lagomorphos, a partir unicamente de los resultados hasta ahora obtenidos, en el análisis del cariotipo. Esta dificultad es acentuada por el hecho de que el género estudiado es monotípico y no existen evidencias de polimorfismo cromosómico.

Es posible que en el futuro, con los estudios que se tienen planeados realizar como es la obtención del patrón de bandas, se obtenga una-

mayor claridad, en las características de su cariotipo, y así poder establecer con mayor precisión patrones de comparación con los demás Lagomorphos.

B I B L I O G R A F I A

- AI - AISH, M., 1969. Human Chromosome Morphology. I. Studies on Normal-Chromosome Characterization, Classification and Karyotyping. Can. Jour. Gen. and Cytol. 11; 370-381.
- BOHLIN, B., 1942, a Revisión of the Fossil Lagomrpha in the Paleontologi-
cal Museum, Upsala. Bull. of the Geol. Inst. Upsala, XXX:
117-154.
- CHIANG, M.C., KICKWORTH, S. and McGAUGHEY, R.W. 1969. Experimental Hibridi-
zation and Chromosomes of Hibridis. en Comparative Mamma-
lian Cytogenetics. (BENIRSCKE, K., ed.) Springer-Verlag, N.
Y.
- CHU, E.H.Y. y MONESI, V., 1960 Analysis on X - Ray Induced Chromosome Abe-
rrations in Mouse Somatic Cells In-Vitro. Genetics 45 981.
- DARLINGTON, C.D., 1936. Crossin Over and its Mechanical Relationships in -
Chortippus and Staurederus. J. Genet. 33: 465-500.
- DENVER STUDY GROUP, 1960. A Proposed Standare Sytem of Nomenclature of Hu-
man Mitotic Chromosomes. DENVER, Colorado - Addendum I. Ac-

ta Genet., 10: 322-328.

DICE, L.R., 1929. The Phylogeny of the Leporidae, With Description of a
New Genus. Jour. Mammal. 10: 340-344.

ECOZCUE, J., B. CHIARELLI y M. SARTI-CHIARELLI, 1968. The Somatic and Meio-
tic Chromosomes of Cebuella pygmaea With Special reference
to the behavior of the Chromosomes during Spermatogenesis.
Folia Primat. 8: 50-57.

HALL, E.R. y kelson, N.R., 1959. The Mammals of North America. Vol. 11.
The Ronald Press co, Nueva York. 679

HOLDEN, HENRY, E., 1968. The Karyotype of two Species of Sylvilagus. Mamm.
Chrom. Newsl. 9 (4) 230.

HSU, T.C. y ARRICHI, F.E., 1966. Chromosomal Evolution in the Genus Peromys-
cus (Cricetidae Rodentia) Cytogenetics, 5 : 355-359.

HSU, T.C. y ARRICHI, F.E., 1968. Chromosomes of Peromyscus (Cricetidae Ro-
dentia) Evolutionary Trends in 20 Species. Cytogenetics 7:-
417-446.

HSU, T.C., BENIRSCHKE., 1970. Lepus americanus. Atlas of Mammalian Chromo-
somes, Vol 4 folio 161.

HSU, T.C. y BENIRSCHKE, K., 1967. The Karyotype of Lepus alleni alleni. An
Atlas of Mammalian Chromosomes. 1:6

- HSU, T.C. y BENIRSCHKE, K., 1971. Sylvilagus floridianus (Eastern-cotton-tail) Atlas of Mammalian Chromosomes. Vol. 5, folio 212
- HSU, T.C. BENIRSCHKE, K., 1971. And Atlas of Lepus townsendii (whitw-tailed jack rabbit) Atlas of Mammalian Chromosomes: Vol. 1 folio 7.
- JALAL, S.M, James, T.R. y SEABLOOM, R.W., 1967. Karyotype of White Tailed Jack Rabbit. Mamm. Chrom. Newsl. 8: 194.
- JOHN, B. Y LEWIS, K.B., 1968. The Chromosome Complement. Protoplasmatologica: 1-206.
- LAGUARDA FIGUERAS, A., ROMERO JAREROJ., PAULETE VANRELL, J. y SCAGLIA DE PAULETE, V.S. Citogenetic Analysis of Pappogeomys (cratiogeomys) merriami merriami. M.C.N. 12: 129.
- LEVAN, A., FREDGA, K. y SANDBERG. A., 1964. Nomenclature for Centromeric-Position on Chromosomes. Hereditas 52: 201-220.
- LEWITSKY, G.A., 1931. The Morphology of Chromosomes. Bull. Appl. Bot. - p-Breed 27: 19-174.
- MATHEY, R., 1954. Un Cas Nouveau de Chromosomes Sexuales Multiples Dans le Genere Gerbillus (Rodentia - Muridae Gerbillinae) Experientia 10: 464.
- MAYR, E., 1969. Species Speciation and Chormosomes. En Comparative Mamma-

lian Cytogenetics. Editado por Benirschke, K. Springer Verlag, Nueva York.

MELANDER, Y., 1956. The Chromosome Complement of the Rabbit. Hereditas 42: 432.

NADLER, C.F., 1969. Chromosomal Evolution in Rodents. En Comparative Mammalian Cytogenetics, editado por Benirschke, Springer Verlag, Nueva York.

NADLER, C.F. 1966. Chromosomes of Spermophilus franklini and Taxonomy of the Ground Squirrel Genus Spermophilus. Syst. Zool. 15: 199.

NELSON, E.W., 1909. The Rabbit of North America. North America fauna. 29: 279-280.

NAVASHIN, S.C., 1916. On Some Signs of the Internal Organization of Chromosomes. Sborn K.A. timiriayev. 185-214

NICHOLS, W.W., LEVAN, A., HANSEN, MELANDER, E. and Melander, Y., 1965. The Idiogram of the Rabbit. Hereditas 53: 63.

OHONO, S. y WEILER, C., 1962. Relationship Between Large Y - Chromosome and Side by Side Pairing of the XY - Bivalent Observed in the Chinese Hamster Cricetus griseus. Chromosoma 13: 106.

PAINTER, F.S., 1922. The Sex Chromosomes of the Monkey. J. Exp Zool 35: 288.

- PALMER, C. and ARMSTRONG, R., 1967. Chromosome Numer and Karyotipe of Sylvilagus floridianus, The Eastern Cottontail. Mamm. Chrom. Newsl. 8: 282.
- PAULETE VANRELL, J., SCAGLIA DE PAULETE VANRELL, S., LAGUARDA FIGUERAS, A, y ROMERO JARERO, J., 1971. The Karyotype of Neotoma Mexicana troquata. M.C.N. 12: 121.
- RAUSCH, V.R. and Ritter, Donald G. 1974. (Arctic Health Research Center, -- Fairbanks, Alaska) Karyotipe of the Arctic Hare, Lepus othus Merriam (Lagomorpha Leporidae). Mamm. Chrom. Newsl. 8:
- RODRIGUEZ, R.F., 1974. Estudio Citogenetico en Neotomodon alstoni, perotensis Merriam 1898. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, - Universidad Autónoma de México. México.
- RHOADES, M.M., 1940. Studies of a Telocentric Chromosome in Maize with Reference to the Stability of its Centromeres. Genetics 25: -- 483-520.
- ROJAS, M. PAULINO., 1951. Estudio Biológico del Conejo de los Volcanes (Género Romerolagus) (Mammalia Lagomorpha). Tesis profesional - Universidad Autónoma de México. México.
- ROMER, A.S., 1966. Vertebrate Paleontology. The University of Chicago and London. 936.
- SIMPSON, G.C., 1945. The Principales of Classification of Mammals. Bull -

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

TJIO, J.H. y LEVAN, A., 1956. Chromosome Analysis of three Hyperdiploid - Ascites Tumours of the Mouse. K. Fysiogr. Sallsk. Handl. -- N.F. 65: 51.

URIBE, M., 1972. Estudio Citogenético en Neotomodon alstoni alstoni Merriam 1898 (Cricetidae-Rodentia) Tesis profesional, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

URIBE, M., LAGUARDA, A., ROMERO, J., PAULETE, J. and SCAGLIA DE PAULETE, S. 1973. Chromosome Analysis and Meiotic Behaviour of Neotomodon alstoni alstoni. M.C.N. 14)1(1): 12-13.

URIBE, M., LAGUARDA, A., ROMERO, J. PAULETE y SCAGLIA DE PAULETE. 1974. Cytogenetic, Analysis of Neotomodon alstoni alstoni. Cytologia (Tokyo) 39: 437-442.

VAUGHAN, A.T., 1972. Mammalogy. W.B. Saunders company Philadelphia, London Toronto. pp. 141-146.

WILSON, R.B., 1949. Early Tertiary Rodents of North America. Carneg Inst.- Wash Publ. 584: 67-164.

WORTHINGTON, D.H., and SUTTON, D.A., 1966. Chromosome Numbers and Analysis
in Three Species of Leporidae. Mamm. Chrom. Newsl. 22: 194.

WHITE, M.J.D., 1954. Animal Cytology and Evolution.

2nd. edition Cambridge University Press, Londres.