



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
IZTAPALAPA**

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

**VARIACIÓN CROMOSÓMICA DE ESPECIES
DEL GÉNERO *Reithrodontomys* DE BOSQUE
MESÓFILO DE MONTAÑA**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN BIOLOGÍA
PRESENTA
BIOL. IRMA URBINA SÁNCHEZ**

**M. EN C. MARÍA DE LOS ÁNGELES AGUILAR SANTAMARÍA
DRA. ELIZABETH ARELLANO ARENAS
DRA. IRENE DE LOS ÁNGELES BARRIGA SOSA**

**CIUDAD DE MÉXICO
2011**

LA MAESTRÍA EN BIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA METROPOLITANA PERTENECE AL
PADRÓN DE POSGRADOS DE EXCELENCIA DEL
CONACYT.

El jurado designado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

Biol. Irma Urbina Sánchez

El día 24 de Marzo del 2011.

Comité Tutorial:

Directora: M. en C. María de los Angeles Aguilar Santamaría. _____

Codirectora: Dra. Elizabeth Arellano Arenas. _____

Asesora: Dra. Irene de los Ángeles Barriga Sosa. _____

Sinodal:M. en C. Gerardo López Ortega. _____

Sinodal:Dr. Manuel Arnoldo Castillo Rivera. _____

Sinodal:Dr. Carlos Javier García Cruz. _____

En un principio fue la palabra. La palabra convirtió al mar con su mensaje, copiándose sin cesar y para siempre. La palabra descubrió cómo reordenar las sustancias químicas a fin de capturar pequeños remolinos en la corriente de la entropía y hacerlos vivir. La palabra transformó la superficie terrestre del planeta de un infierno polvoriento en un paraíso de verdor. Finalmente, la palabra floreció y se tornó suficientemente ingeniosa como para construir un artilugio pastoso llamado cerebro humano, que podía descubrir y tener conciencia de la palabra misma.

MATT RIDLEY, Genoma.

DEDICATORIA

Con amor y un profundo agradecimiento a mis padres,
Amalia y Raymundo,
quienes me han apoyado y brindado su respaldo en todo momento.

Con cariño y admiración a mis hermanos,
Raúl y su esposa Sandra, Lety y su esposo Gonzalo y Eli,
por ser parte importante de una hermosa familia.

Con todo mi amor para mis sobrinos,
Raúl, Diana, Itzel y Carlos,
quienes me han hecho muy feliz.

Con mucho cariño a mis amigas
Ara, Car y Lety
por su cariño incondicional, su amistad sincera y su cálida compañía.

UN AGRADECIMIENTO MUY ESPECIAL A:

La Universidad Autónoma Metropolitana, por su generosidad y por que en ella aprendí a pensar libremente.

A mi maestra a quien admiro M. en C. Ángeles Aguilar Santamaría, por iniciarme en el estudio de la citogenética, por compartir conmigo su conocimiento, su valioso tiempo y su amistad; por la ayuda y sabios consejos que hicieron posible la realización de este trabajo, muchas gracias.

A la Dra. Elizabeth Arellano Arenas por sus acertadas sugerencias que me permitieron el logro de esta tesis.

A la Dra. Irene Barriga Sosa por su colaboración y asesoría brindada para la realización del presente trabajo.

Al M. en C. Gerardo López Ortega por sus valiosas enseñanzas que descubrí desde la licenciatura.

Al Dr. Javier García Cruz por su asesoría que enriqueció este trabajo.

A la Biol. Karla Dávalos de la Cruz quién me acompañó y me brindó su ayuda en el laboratorio.

Al Dr. Francisco X. González Cózatl y. Dr. Duke S. Rogers por las facilidades otorgadas para las salidas al campo.

A la Dra. Consuelo Lorenzo Monterrubio y al Biol. Jorge Bolaños del Centro de Investigaciones ECOSUR-San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, por su ayuda para la colecta del ejemplar *R. tenuirostris*.

A la Dra. Bertha Molina del Instituto Nacional de Pediatría por su ayuda en la técnica de bandas G.

A la Coordinación de la Maestría en Biología, en especial al Dr. Manuel Castillo y al Dr. Alejandro Zavala.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado para la realización de mis estudios a través de la beca 202277

A todos mis profesores de la maestría.

A mis compañeros y amigos: Marina, Orlando y Nancy.

ÍNDICE

	Pág.
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE TABLAS.....	XVII
RESUMEN.....	XIX
ABSTRACT.....	XX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Diagnósis	
2.1.1 Subgénero <i>Aporodon</i>	
2.1.1.1 <i>Reithrodontomys mexicanus</i>	
2.1.1.2 <i>Reithrodontomys microdon</i>	
2.1.1.3 <i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	
2.1.2 Subgénero <i>Reithrodontomys</i>	
2.1.2.1 <i>Reithrodontomys megalotis</i>	
2.1.2.2 <i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	
2.2 Datos citogenéticos	
2.2.1 Subgénero <i>Aporodon</i>	
2.2.1.1 <i>Reithrodontomys bakeri</i>	
2.2.1.2 <i>Reithrodontomys creper</i>	
2.2.1.3 <i>Reithrodontomys gracilis</i>	
2.2.1.4 <i>Reithrodontomys mexicanus</i>	
2.2.1.5 <i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	
2.2.2 Subgénero <i>Reithrodontomys</i>	
2.2.2.1 <i>Reithrodontomys fulvescens</i>	
2.2.2.2 <i>Reithrodontomys hirsutus</i>	
2.2.2.3 <i>Reithrodontomys humulis</i>	
2.2.2.4 <i>Reithrodontomys megalotis</i>	
2.2.2.5 <i>Reithrodontomys montanus</i>	
2.2.2.6 <i>Reithrodontomys raviventris</i>	
2.2.2.7 <i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	

3. OBJETIVOS	25
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
4.1 Material biológico	
4.2 Técnicas citogenéticas	
4.2.1 Obtención de cromosomas	
4.2.2 Determinación del número diploide	
4.2.3 Elaboración de los cariotipos	
4.2.4 Elaboración de los ideogramas	
4.2.5 Técnica para la obtención de bandas C	
4.2.6 Técnica para la obtención de bandas G	
4.2.7 Elaboración de ideogramas para bandas C y G	
4.3 Análisis de datos	
4.3.1 Análisis estadístico	
4.3.1.1 Análisis de componentes principales	
4.3.1.2 Análisis de Conglomerados	
4.3.2 Análisis cladístico	
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
5.1 Descripción de cariotipos con tinción convencional de Giemsa, bandas C y G.	
5.1.1 Subgénero <i>Aporodon</i>	
5.1.1.1 <i>Reithrodontomys mexicanus</i>	
5.1.1.2 <i>Reithrodontomys microdon</i>	
5.1.1.3 <i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	
5.1.2 Subgénero <i>Reithrodontomys</i>	
5.1.2.1 <i>Reithrodontomys megalotis</i>	
5.1.2.1.1 Análisis de componentes principales de las subespecies de <i>R. megalotis</i> .	
5.1.2.1.2 Análisis de conglomerados de las subespecies de <i>R. megalotis</i> .	
5.1.2.2 <i>Reithrodontomys sumichrasti</i> .	

5.1.2.2.1 Análisis de componentes principales de las subespecies de *R. sumichrasti*.

5.1.2.2.2 Análisis de conglomerados de las subespecies de *R. sumichrasti*.

5.2 Análisis estadístico de los cariotipos de las especies del género *Reithrodontomys*

5.2.1 Análisis de componentes principales de las especies del género *Reithrodontomys*

5.2.2 Análisis de conglomerados de las especies del género *Reithrodontomys*.

5.3 Análisis cladístico del género *Reithrodontomys*

5.3.1 Cladograma

6. CONCLUSIÓN	256
7. BIBLIOGRAFÍA	258
8. APÉNDICES	271

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Distribución geográfica de las especies del género <i>Reithrodontomys</i> : (a) <i>raviventris</i> , (b) <i>megalotis</i> , (c) <i>burti</i> , (d) <i>montanus</i> , (e) <i>humulis</i> , (f) <i>chrysopsis</i> (g) <i>sumichrasti</i> (h) <i>fulvescens</i> (i) <i>hirsutus</i> (j) <i>mexicanus</i> (k) <i>brevirostris</i> (l) <i>gracilis</i> (m) <i>darienensis</i> (n) <i>tenuirostris</i> (o) <i>creper</i> (p) <i>microdon</i> (q) <i>rodriguezii</i> . (Hooper, 1952).	2
Figura 2	Distribución geográfica de las subespecies de <i>Reithrodontomys mexicanus</i> (Hooper, 1952 y Hall, 1981).	6
Figura 3	Distribución geográfica de <i>Reithrodontomys microdon</i> (Hooper, 1952).	7
Figura 4	Distribución geográfica de <i>Reithrodontomys tenuirostris</i> (Hooper, 1952).	8
Figura 5	Distribución geográfica de las subespecies de <i>Reithrodontomys megalotis</i> (Hall, 1981).	10
Figura 6	Distribución de las subespecies de <i>Reithrodontomys sumichrasti</i> (Hooper, 1952).	12
Figura 7	Nomenclatura cromosómica para roedores según Patton (1967).	31
Figura 8	Cariotipo de <i>R. mexicanus</i> de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca 2n=50 y NF=48.	38
Figura 9	Ideograma de <i>Reithrodontomys mexicanus</i> de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca, con todos los cromosomas acrocéntricos.	38
Figura 10	Cariotipo con tinción diferencial de bandas C de <i>Reithrodontomys mexicanus</i> de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca.	40
Figura 11	Ideograma de tinción diferencial de bandas C <i>Reithrodontomys mexicanus</i> de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca.	40
Figura 12	Cariotipo con tinción diferencial de bandas G de <i>Reithrodontomys mexicanus</i> de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca.	41
Figura 13	Ideograma con tinción diferencial de bandas G de <i>Reithrodontomys mexicanus</i> de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca.	41
Figura 14	Cariotipo de <i>Reithrodontomys fulvescens</i> , con tinción de bandas C descrito por Engstrom <i>et al.</i> , (1981). Se señalan los cromosomas birrámeos con los brazos cortos heterocromáticos.	48
Figura 15	Comparación de los cariotipos de <i>Reithrodontomys mexicanus</i> (1) y <i>Reithrodontomys fulvescens</i> (2) con tinción: A) convencional de Giemsa (Engstrom <i>et al.</i> , 1981), B) de bandas C (Robbins y Baker, 1980) y C) de bandas G (Robbins y Baker, 1980). En el cariotipo teñido convencionalmente se señalan los pares heteromórficos de <i>R. fulvescens</i> (*). Con la tinción de bandas C se aprecia la misma distribución de la heterocromatina en ambas especies y, con las bandas G se observan las diferencias entre los pares 7, 12 y 24 (▲).	49
Figura 16	Comparación de los cariotipos de <i>Reithrodontomys fulvescens</i> (R.f) (Robbins y Baker, 1980) y <i>Reithrodontomys mexicanus</i> (R.m) con tinción de bandas G. Se señalan las posibles adiciones de heterocromatina (α) e inversiones paracéntricas (i) que pudieron haber ocurrido en <i>R. fulvescens</i> .	50
Figura 17	Citotipos de <i>Reithrodontomys microdon</i> de: A) Mil Cumbres, Michoacán 2n=52 y NF=50 y B) Zacualpan, Edo. de México 2n=52+1B y NF=51.	57
Figura 18	Ideograma del cariotipo de <i>R. microdon</i> con todos los cromosomas acrocéntricos.	57
Figura 19	Cariotipo de <i>Reithrodontomys microdon</i> de Zacualpan, Edo. de México	57

	con tinción diferencial de bandas C.	58
Figura 20	Ideograma de <i>Reithrodontomys microdon</i> de Zacualpan, Edo. de México con tinción diferencial de bandas C.	58
Figura 21	Cariotipo de <i>Reithrodontomys tenuirostris</i> de Tzontehuitz, Chiapas, 2n=52 y NF=50.	61
Figura 22	Ideograma de <i>Reithrodontomys tenuirostris</i> de Tzontehuitz, Chiapas con todos los cromosomas acrocéntricos.	61
Figura 23	Citotipo 1 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla 2n=40 y NF=76.	65
Figura 24	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla, con 32 metacéntricos, seis submetacéntricos, el X metacéntrico y el Y submetacéntrico.	65
Figura 25	Citotipo 1 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	66
Figura 26	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	66
Figura 27	Citotipo 2 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla 2n=40+1B y NF=77.	68
Figura 28	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. megalotis</i> con 36 metacéntricos, dos submetacéntricos, X submetacéntrico y un cromosoma B.	68
Figura 29	Citotipo 2 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	69
Figura 30	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	69
Figura 31	Citotipo 3 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla 2n=40 y NF=76.	71
Figura 32	Ideograma del citotipo 3 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla con 32 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, dos subtelocéntricos, el X submetacéntrico y el Y submetacéntrico.	71
Figura 33	Citotipo 3 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	72
Figura 34	Ideograma del citotipo 3 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	72
Figura 35	Citotipo 4 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla 2n=40 y NF=76.	74
Figura 36	Ideograma del citotipo 4 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla con 38 metacéntricos y el X metacéntrico.	74
Figura 37	Citotipo 5 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla 2n=40 y NF=76.	76
Figura 38	Ideograma del citotipo 5 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla con 32 metacéntricos, seis submetacéntricos, X metacéntrico y el Y acrocéntrico.	76
Figura 39	Citotipo 5 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas C de El Rancho, Puebla.	77
Figura 40	Ideograma del citotipo 5 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas C de El Rancho, Puebla.	77
Figura 41	Citotipo 5 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	78
Figura 42	Ideograma del citotipo 5 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	78
Figura 43	Citotipo 6 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla 2n=40 y NF=76.	80
Figura 44	Ideograma del citotipo 6 de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla con 28 metacéntricos, 10 submetacéntricos X submetacéntrico e Y metacéntrico.	80
Figura 45	Cariotipo de <i>R. megalotis</i> de Cuahutlamingo, Puebla. 2n=40 y NF=76.	86
Figura 46	Ideograma del cariotipo de la especie <i>R. megalotis</i> de la población de Cuahutlamingo, Puebla con 36 metacéntricos, dos submetacéntricos, el X	

	submetacéntrico y el Y metacéntrico.	86
Figura 47	Citotipo 1 de <i>R. megalotis</i> de Alhuaca, Puebla 2n=40 y NF=76.	88
Figura 48	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. megalotis</i> de Alhuaca, Puebla con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, X submetacéntrico y el Y submetacéntrico.	88
Figura 49	Citotipo 2 de <i>R. megalotis</i> de Alhuaca, Puebla 2n=40 y NF=76.	90
Figura 50	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. megalotis</i> de Alhuaca, Puebla con todos los cromosomas metacéntricos.	90
Figura 51	Citotipo 2 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.	91
Figura 52	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.	91
Figura 53	Citotipo 3 de <i>R. megalotis</i> de Alhuaca, Puebla 2n=40 y NF=76.	93
Figura 54	Ideograma del citotipo 3 de <i>R. megalotis</i> de Alhuaca, Puebla con 32 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, dos subtlocéntricos, el X metacéntrico y el Y metacéntrico.	93
Figura 55	Citotipo 3 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.	94
Figura 56	Ideograma del citotipo 3 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.	94
Figura 57	Citotipo 4 de <i>R. megalotis</i> de Alhuaca, Puebla 2n=40 y NF=76.	96
Figura 58	Ideograma del citotipo 4 de <i>R. megalotis</i> de Alhuaca, Puebla con 38 metacéntricos y el X submetacéntrico.	96
Figura 59	Citotipo 4 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.	97
Figura 60	Ideograma del citotipo 4 de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.	97
Figura 61	Gráfica del Análisis de componentes principales que relacionan el 1 y el componente 2.	108
Figura 62	Gráfica del Análisis de Componentes Principales en la que se relacionan el 1 y el componente 3.	109
Figura 63	Dendrograma obtenido a partir de caracteres cromosómicos (2n, NF, morfología de los cromosomas y número de cromosomas B) de las subespecies de <i>R. megalotis</i> : <i>megalotis</i> , <i>amoles</i> , <i>saturatus</i> , <i>longicaudus</i> y <i>dychei</i> .	112
Figura 64	Gráfica del análisis de discriminantes de las subespecies de <i>R. megalotis</i> : <i>megalotis</i> , <i>amoles</i> , <i>saturatus</i> , <i>longicaudus</i> y <i>dychei</i> .	113
Figura 65	Ubicación de las subespecies de <i>R. megalotis</i> : <i>longicaudus</i> , <i>dychei</i> , <i>megalotis</i> , <i>amoles</i> y <i>saturatus</i> en un mapa de tipos de vegetación de Estados Unidos de América y México (Encarta, 2000).	117
Figura 66	Ubicación de las subespecies de <i>R. megalotis</i> : <i>megalotis</i> , <i>amoles</i> y <i>saturatus</i> en un mapa de la vegetación de México (Rzedowski, 1992).	118
Figura 67	Comparación de los cariotipos de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas C de las localidades de A) El Rancho Puebla con 2n=40, B) , C) y D) Alhuaca, Puebla.	122
Figura 68	Comparación de los ideogramas con tinción diferencial de bandas C de la especie <i>Reithrodontomys megalotis</i> de la población de A) El Rancho, Puebla, B) , C) y D) Alhuaca, Puebla.	123
Tabla 69	Comparación de los cariotipos con tinción diferencial de bandas C de A) <i>R. megalotis</i> de El Rancho Puebla, B) , C) y D) <i>R. megalotis</i> de Alhuaca, Puebla y E) <i>R. mexicanus</i> de Puerto de la Soledad, Oaxaca.	127
Figura 70	Comparación de los cariotipos de <i>R. megalotis</i> con tinción diferencial de bandas G de las localidades de A) , C) y D) El Rancho Puebla con 2n=40,	

	B) El Rancho Puebla con 2n=41.	130
Figura 71	Ideograma con tinción diferencial de bandas G de la especie <i>Reithrodontomys megalotis</i> de El Rancho Puebla con 2n=40.	131
Figura 72	Rearreglos cromosómicos de tipo inversión pericéntrica que pudieron haber cambiado la morfología de los pares 1, 2, 5, 6, 7, 14, y X y adición de heterocromatina en <i>R. megalotis</i> .	133
Figura 73	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Río Chiflón, Hidalgo 2n=42 y NF=80.	140
Figura 74	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Río Chiflón, Hidalgo, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos y el X submetacéntrico.	140
Figura 75	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Río Chiflón, Hidalgo.	141
Figura 76	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Río Chiflón, Hidalgo.	141
Figura 77	Citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de Río Chiflón, Hidalgo 2n=42 y NF=80.	143
Figura 78	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de Río Chiflón, Hidalgo, con 36 metacéntricos, cuatro submetacéntricos y el X submetacéntrico.	143
Figura 79	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Los Tules, Hidalgo 2n=42 y NF=80.	147
Figura 80	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Los Tules, Hidalgo con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, un subtelocéntrico y el X e Y submetacéntricos.	147
Figura 81	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Los Tules, Hidalgo.	148
Figura 82	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Los Tules, Hidalgo.	148
Figura 83	Citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de Los Tules, Hidalgo 2n=42 y NF=80.	150
Figura 84	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de Los Tules, Hidalgo, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos, el X submetacéntrico y el Y metacéntrico.	150
Figura 85	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de El Rancho, Puebla 2n=42 y NF=80.	155
Figura 86	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de El Rancho, Puebla, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos, el X subtelocéntrico y el Y submetacéntrico.	155
Figura 87	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	156
Figura 88	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	156
Figura 89	Citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de El Rancho, Puebla 2n=42 y NF=80.	158
Figura 90	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de El Rancho, Puebla, con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, un subtelocéntrico y el X subtelocéntrico.	158
Figura 91	Citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	159
Figura 92	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	159
Figura 93	Citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> de El Rancho, Puebla 2n=42 y NF=80.	161
Figura 94	Ideograma del citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> de El Rancho, Puebla, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos y el X y el Y submetacéntricos.	161
Figura 95	Citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de El Rancho, Puebla.	162
Figura 96	Ideograma del citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de	

	bandas C de El Rancho, Puebla.	162
Figura 97	Citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	163
Figura 98	Ideograma del citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.	163
Figura 99	Citotipo 4 de <i>R. sumichrasti</i> de El Rancho, Puebla 2n=42 y NF=80.	165
Figura 100	Ideograma del citotipo 4 de <i>R. sumichrasti</i> de El Rancho, Puebla, con 30 metacéntricos, seis submetacéntricos, dos subtelocéntricos, el X metacéntrico y el Y subtelocéntrico.	165
Figura 101	Cariotipo de <i>R. sumichrasti</i> de El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla 2n=42 y NF=80.	170
Figura 102	Ideograma del cariotipo de <i>R. sumichrasti</i> de El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla, con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, dos subtelocéntricos, el X subtelocéntrico y el Y submetacéntrico.	170
Figura 103	Cariotipo de <i>R. sumichrasti</i> de Cuahutlamingo, Puebla 2n=42 y NF=78.	172
Figura 104	Ideograma del cariotipo de <i>R. sumichrasti</i> de Cuahutlamingo, Puebla, con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, un acrocéntrico, el X y el Y submetacéntricos.	172
Figura 105	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Alhuaca, Puebla 2n=42 y NF=80.	174
Figura 106	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Alhuaca, Puebla, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos, el X y el Y submetacéntricos.	174
Figura 107	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Zacualpan, Estado de México 2n=42 y NF=80.	176
Figura 108	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Zacualpan, Edo. México, con 36 metacéntricos, dos submetacéntricos, un subtelocéntrico y el X submetacéntrico.	176
Figura 109	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas G de Zacualpan, Edo. México.	177
Figura 110	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas G de Zacualpan, Edo. México.	177
Figura 111	Citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de Zacualpan, Edo. México con 2n=42 y NF=80.	179
Figura 112	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de Zacualpan, Edo. México, con 36 metacéntricos, cuatro submetacéntricos y los sexuales X e Y metacéntricos.	179
Figura 113	Citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Zacualpan, Edo. México.	180
Figura 114	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Zacualpan, Edo. México.	180
Figura 115	Citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> de Zacualpan, Edo. México 2n=42 y NF=80.	182
Figura 116	Ideograma del citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> de Zacualpan, Edo. México, con 36 metacéntricos, dos submetacéntricos, un subtelocéntrico, el X submetacéntrico y el Y subtelocéntrico.	182
Figura 117	Citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Zacualpan, Edo. México.	183
Figura 118	Ideograma del citotipo 3 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Zacualpan, Edo. México.	183
Figura 119	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Mesa de la Yerba, Veracruz 2n=40 y NF=76.	188
Figura 120	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Mesa de la Yerba, Veracruz con 32 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, dos subtelocéntricos y el	

	X subtelocéntrico.	188
Figura 121	Citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de Mesa de la Yerba, Veracruz 2n=40 y NF=76.	190
Figura 122	Ideograma del citotipo 2 de <i>R. sumichrasti</i> de Mesa de la Yerba, Veracruz, con 34 metacéntricos, dos submetacéntricos, dos subtelocéntricos, el X subtelocéntrico y el Y submetacéntrico.	190
Figura 123	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Mil Cumbres, Michoacán 2n=42 y NF=80.	194
Figura 124	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Mil Cumbres, Michoacán, con 34 metacéntricos, seis subtelocéntricos y el X metacéntrico.	194
Figura 125	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Mil Cumbres, Michoacán.	195
Figura 126	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de Mil Cumbres, Michoacán.	195
Figura 127	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Dos Aguas, Michoacán 2n=42 y NF=78.	197
Figura 128	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Dos Aguas, Michoacán, con 32 metacéntricos, seis submetacéntricos, dos acrocéntricos, el X subtelocéntrico y el Y metacéntrico.	197
Figura 129	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de El Tejocote, Guerrero 2n=42 y NF=78.	199
Figura 130	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de El Tejocote, Guerrero, con 36 metacéntricos, dos submetacéntricos, dos acrocéntricos, el X submetacéntrico y el Y metacéntrico.	199
Figura 131	Citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Cerro Tzontehuitz, Chiapas con 2n=40 y NF=72.	201
Figura 132	Ideograma del citotipo 1 de <i>R. sumichrasti</i> de Cerro Tzontehuitz, Chiapas, con 32 metacéntricos, seis subtelocéntricos y el X metacéntrico.	201
Figura 133	Gráfica del ACP en donde se relacionan el componente 1 y el 2.	210
Figura 134	Gráfica del Análisis de Componentes Principales en donde se relacionan el 1 y 3.	212
Figura 135	Dendrograma obtenido a partir de caracteres cromosómicos (2n, NF y morfología de los cromosomas) de las subespecies <i>R. s. sumichrasti</i> , <i>R. s. nerterus</i> , <i>R. s. luteolus</i> , y <i>R. s. dorsalis</i> .	215
Figura 136	Gráfica del análisis de discriminantes de <i>R. s. sumichrasti</i> , <i>R. s. nerterus</i> , <i>R. s. luteolus</i> , y <i>R. s. dorsalis</i> .	216
Figura 137	Ubicación de las subespecies de <i>R. sumichrasti</i> : <i>sumichrasti</i> , <i>nerterus</i> , <i>luteolus</i> y <i>dorsalis</i> en un mapa fisiográfico de México (Quiñones, 1984).	219
Figura 138	Ubicación de las subespecies de <i>R. sumichrasti</i> : <i>sumichrasti</i> , <i>nerterus</i> , <i>luteolus</i> y <i>dorsalis</i> en un mapa orográfico de México (Encarta 2000).	220
Figura 139	Comparación de los cariotipos de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de las localidades de A) Río Chiflón, Hidalgo, B) Los Tules, Hidalgo, C) El Rancho Puebla D) y E) Zacualpan, Estado de México y F) Mil Cumbres, Michoacán.	225
Figura 140	Comparación de los ideogramas de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas C de las localidades de A) Río Chiflón, Hidalgo, B) Los Tules, Hidalgo, C) El Rancho Puebla, D) y E) Zacualpan, Estado de México y F) Mil Cumbres, Michoacán.	226
Figura 141	Comparación de los cariotipos con tinción diferencial de bandas C de las especies de <i>R. sumichrasti</i> de las localidades de A) Río Chiflón, Hidalgo, B) Los Tules, Hidalgo, C) El Rancho Puebla D) y E) Zacualpan, Estado de México, F) Mil Cumbres, Michoacán y G) <i>R. mexicanus</i> de Puerto de la Soledad, Oaxaca.	229
Figura 142	Comparación de los cariotipos de <i>R. sumichrasti</i> con tinción diferencial de bandas G de las localidades de A),B) y D) El Rancho, Puebla y C) Zacualpan, Estado de México.	231
Figura 143	Ideograma con tinción diferencial de bandas G de <i>Reithrodontomys</i>	232

sumichrasti.

Figura 144	Inversiones pericéntricas que pudieron haber cambiado la morfología de los pares 1, 2, 4, 6, 9, 15 y 16 de <i>R. sumichrasti</i> .	233
Figura 145	Adiciones de heterocromatina que pudieron haber cambiado la morfología de los pares 5, 8, 9, 10 y 11 en <i>R. sumichrasti</i> .	235
Figura 146	Posibles fusiones de los pares 11 y 23 de <i>R. mexicanus</i> que formó el par 7 de <i>R. sumichrasti</i> .	236
Figura 147	Comparación de los ideogramas con tinción diferencial de bandas G de las especies A) <i>R. sumichrasti</i> y B) <i>R. mexicanus</i> .	239
Figura 148	Gráfica del ACP en donde se relacionan el componente 1 y el 2.	243
Figura 149	Dendrograma obtenido a partir de caracteres cromosómicos (2n, NF y morfología de los cromosomas) de las especies del género <i>Reithrodontomys</i> .	246
Figura 150	Gráfica del análisis de discriminantes de las especies del género <i>Reithrodontomys</i> .	247
Figura 151	Árbol consenso estricto (L=102 y RC=0.8), obtenido a partir de caracteres cromosómicos del género <i>Reithrodontomys</i> .	250
Figura 152	Cladograma obtenido a partir de caracteres de ADN mitocondrial y nuclear (Hardy <i>et al.</i> , datos no publicados).	253

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Características de los citotipos de las especies del subgénero <i>Aporodon</i> .	15
Tabla 2	Características de los citotipos de las especies del subgénero <i>Reithrodontomys</i> .	21
Tabla 3	Parámetros citogenéticos usados para la clasificación de los cromosomas.	30
Tabla 4	Clasificación de los cromosomas según Levan <i>et al.</i> , (1964) y nomenclatura de acuerdo con Patton, (1967).	30
Tabla 5	Comparación de los tres citotipos de <i>R. mexicanus</i> encontrados en diferentes localidades.	42
Tabla 6	Comparación de los caracteres cromosómicos de <i>R. mexicanus</i> y tres citotipos de <i>R. fulvescens</i> teñidos convencionalmente y con bandas C y G.	47
Tabla 7	Comparación de bandas G de <i>R. mexicanus</i> , <i>R. fulvescens</i> (Robbins y Baker, 1980), <i>Peromyscus melanotis</i> (Robbins y Baker, 1980), <i>Baiomys taylori</i> (Yates <i>et al.</i> , 1979) y <i>Onychomys torridus</i> (Baker y Barnett, 1981) deducción de caracteres cromosómicos derivados.	55
Tabla 8	Números cromosómicos más frecuentes encontrados entre los ejemplares de <i>R. megalotis</i> colectados en El Rancho, Puebla.	63
Tabla 9	Resumen de los caracteres cromosómicos de los seis citotipos descritos para <i>R. megalotis</i> de la localidad de El Rancho, Puebla.	83
Tabla 10	Resumen de la morfología cromosómica de los seis citotipos de <i>R. megalotis</i> de El Rancho, Puebla.	84
Tabla 11	Características de los cuatro citotipos descritos para <i>R. megalotis</i> de la localidad de Alhuaca, Puebla.	99
Tabla 12	Características de los cuatro citotipos descritos de <i>R. megalotis</i> de la localidad de Alhuaca, Puebla.	100
Tabla 13	Comparación de los caracteres cromosómicos de todos los citotipos descritos para <i>R. megalotis</i> .	103
Tabla 14	Comparación de los caracteres cromosómicos de todos los citotipos descritos para <i>R. megalotis</i> , en este trabajo y por otros autores.	104
Tabla 15	Datos de los cuatro citotipos en los que se obtuvo el patrón de bandas C: Citotipo 5 de la población de El Rancho, Puebla y los citotipos 2, 3 y 4 de la población de Alhuaca, Puebla. Y caracteres cromosómicos, bandas en la región centromérica (C+), brazos completamente heterocromáticos (p+) o (q+), número de bandas intercalares en cada uno de los brazos (p(# bandas) y q(# bandas)) y en la región telomérica (T+).	124
Tabla 16	Características de los citotipos de <i>R. mexicanus</i> y <i>R. megalotis</i> que se	

	analizaron para deducir el tipo y número de rearrreglos que pudieron haber originado el cariotipo de <i>R. megalotis</i> .	
	lp, inversión pericéntrica, y Ah adición de heterocromatina.	132
Tabla 17	Características de los dos citotipos descritos para <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de Río Chiflón, Hidalgo.	144
Tabla 18	Características morfológicas de los dos citotipos descritos de <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de Río Chiflón, Hidalgo.	145
Tabla 19	Características de los dos citotipos descritos para <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de Los Tules, Hidalgo.	152
Tabla 20	Características morfológicas de los dos citotipos descritos de <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de Los Tules, Hidalgo.	153
Tabla 21	Características de los cuatro citotipos descritos para <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de El Rancho, Puebla.	167
Tabla 22	Características morfológicas de los cuatro citotipos descritos de <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de El Rancho, Puebla.	168
Tabla 23	Características de los tres citotipos descritos para <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de Zacualpan, Edo. México.	185
Tabla 24	Características morfológicas de los tres citotipos descritos de <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de Zacualpan, Edo. de México.	186
Tabla 25	Características de los dos citotipos descritos para <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de Mesa de la Yerba, Veracruz.	191
Tabla 26	Características morfológicas de los dos citotipos descritos de <i>R. sumichrasti</i> de la localidad de Mesa de la Yerba, Veracruz.	192
Tabla 27	Características de todos los citotipos descritos para <i>R. sumichrasti</i> en este trabajo.	204
Tabla 28	Características de todos los citotipos descritos para <i>R. sumichrasti</i> , en este trabajo y por otros autores.	205
Tabla 29	Datos de los seis citotipos en los que se obtuvo el patrón de bandas C: Citotipo 1 de la población de Río Chiflón, Hidalgo, citotipo 1 de Los Tules, Hidalgo, el 3 de El Rancho, Puebla, los citotipos 2 y 3 de la población de Zacualpan, Edo. de México y el citotipo 1 de Mil Cumbres, Michoacán. C+, bandas en la región centromérica y p+ o q+, brazos completamente heterocromáticos.	224
Tabla 30	Caracteres cromosómicos tomados en cuenta para el análisis de bandas G y los posibles rearrreglos cromosómicos que originaron el cariotipo de <i>R. sumichrasti</i> . lp, inversión pericéntrica, y Ah, adición de heterocromatina.	238
Tabla 31	Valores de Lambda de Wilks y Chi Cuadrada obtenidos de análisis de discriminantes para las especies del género <i>Reithrodontomys</i> .	245

RESUMEN

El género *Reithrodontomys* es un grupo de roedores que se caracteriza por mostrar variabilidad genética y cromosómica; está compuesto por dos subgéneros *Aporodon*, que presenta cariotipos muy conservados y *Reithrodontomys* que, por el contrario, muestra gran variabilidad cromosómica lo cual sugiere que existe un proceso de megaevolución cariotípica. El objetivo de este trabajo es describir los cariotipos de algunas especies de los subgéneros *Aporodon* (*R. mexicanus* y *R. microdon* y *R. tenuirostris*) y *Reithrodontomys*, (*R. megalotis* y *R. sumichrasti*) que habitan en la República Mexicana. Se obtuvieron preparaciones de cromosomas siguiendo la técnica convencional de médula ósea propuesta por Baker (2003), y se realizaron los cariotipos con tinción convencional y de bandas C y G. En el subgénero *Aporodon* se encontraron dos números diploides, $2n=50$ y $2n=52$ con todos los cromosomas acrocéntricos y en *Reithrodontomys* varios citotipos con diferentes números y morfología cromosómica. Además dentro de este subgénero se observó variación interespecífica, intraespecífica e intrapoblacional.

ABSTRACT

The genus *Reithrodontomys* consists of a group of rodents characterized by a high genetic and chromosomal variability. This genus consists of two subgenera: *Aporodon*, whose species have highly conservative karyotypes, and *Reithrodontomys* which, on the contrary, shows a marked chromosomal variability suggesting that a process of megakaryotypic evolution is taking place. The aim of this work is to describe the karyotypes of some species of the subgenera *Aporodon* (*R. mexicanus*, *R. microdon* and *R. tenuirostris*) and *Reithrodontomys*, (*R. hirsutus*, *R. megalotis* and *R. sumichrasti*) from different localities in the Mexican Republic. Chromosome slides were prepared following the conventional technique of bone marrow cells proposed by Baker (2003). Slides were conventionally stained with Giemsa and also with C and G banding. In the *Aporodon* subgenus two diploid numbers, $2n=50$ and $2n=52$, were found both having acrocentric chromosomes only. Different karyotypes in chromosome number and morphology were registered among the species of subgenus *Reithrodontomys*. In addition, chromosomal variation at the interspecific, intraspecific and intrapopulation levels was observed within this last subgenus.

1. INTRODUCCIÓN

El género *Reithrodontomys* es un grupo de roedores peromyscinidos de la familia Cricetidae (Musser y Carleton, 2005) que se caracteriza principalmente por presentar un surco longitudinal en los incisivos superiores (Carleton, 1980). Consta de 21 especies clasificadas en dos subgéneros, *Aporodon* y *Reithrodontomys* (Hooper, 1952; Hall, 1981). Dentro del subgénero *Aporodon* se encuentran dos grupos de especies, el *tenuirostris* en donde se incluye a *R. creper*, *R. microdon*, *R. bakeri*, *R. rodriguezii* y *R. tenuirostris*, y el grupo *mexicanus* al cual pertenecen *R. brevirostris*, *R. dariensis*, *R. gracilis*, *R. mexicanus*, *R. spectabilis* y *R. paradoxus*. En el subgénero *Reithrodontomys* también hay dos grupos de especies, el *fulvescens* en el que se encuentran *R. fulvescens* y *R. hirsutus* y el grupo *megalotis* formado por *R. humilis*, *R. zacatecae*, *R. megalotis*, *R. sumichrasti*, *R. raviventris*, *R. montanus*, *R. chrysopsis* y *R. burti*.

El género se distribuye desde el sur de Canadá hasta la parte Occidental de Colombia y Norte de Ecuador (Hooper, 1952; Hall, 1981; Eisenberg, 1989) (Figura 1). El 62 % de las especies, que incluye, 13 de 21 taxa, se distribuyen en México. En el país las áreas de mayor riqueza son las regiones montañosas como el Eje Neovolcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur, la Sierra de Oaxaca y la Sierra Madre de Chiapas, en donde predomina el bosques de niebla, el bosque de pino encino y otros bosques templados (Sánchez, 1993).

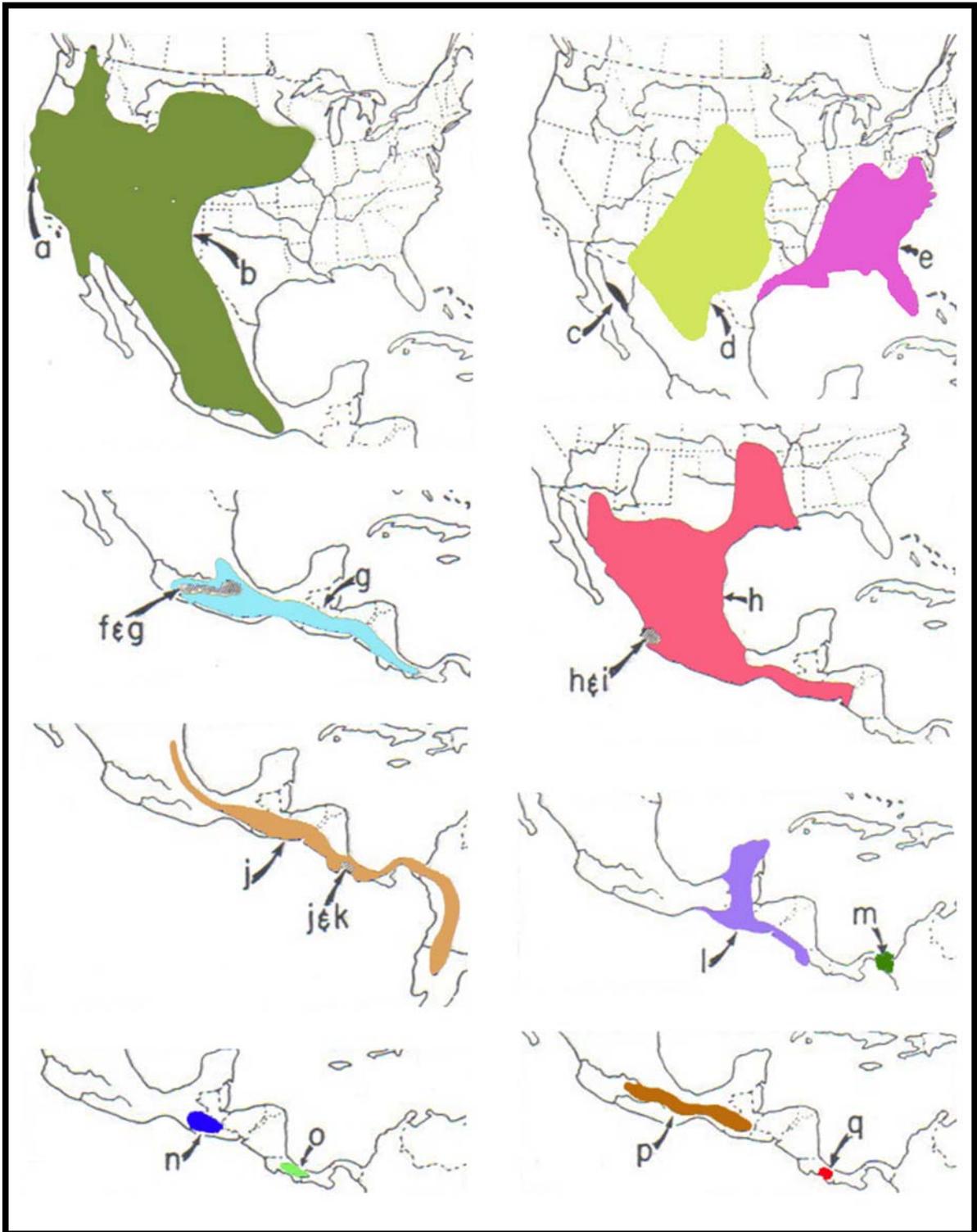


Figura 1. Distribución geográfica de las especies del género *Reithrodontomys*: (a) *raviventris*, (b) *megalotis*, (c) *burti*, (d) *montanus*, (e) *humulis*, (f) *chrysoptis* (g) *sumichrasti* (h) *fulvifuscus* (i) *hirsutus* (j) *mexicanus* (k) *brevirostris* (l) *gracilis* (m) *darienensis* (n) *tenuirostris* (o) *creper* (p) *microdon* (q) *rodriguezii*. (Hooper, 1952).

De los estudios que se han realizado en el género, se ha observado que presentan marcada diversidad morfológica y ecológica (Howell, 1914; 1932; 1935; Hooper, 1950; 1952; Hooper y Musser 1964; Carleton, 1980 y Sánchez, 1993), así como variabilidad cromosómica y genética (Carleton y Myers, 1979; Robbins y Baker, 1980; Engstrom *et al.*, 1981; Arnold *et al.*, 1983; Nelson *et al.*, 1984; Hamilton *et al.*, 1990; Van Den Bussche *et al.*, 1992; Arellano, 1994; 1999; Sullivan *et al.*, 2000; Arellano *et al.*, 2003; 2005; Bell *et al.*, 2001; Urbina *et al.*, 2006).

Como en otros grupos de organismos terrestres en México, la amplia variación presente en las especies de *Reithrodontomys* parece estar asociada a los procesos de aislamiento, contracción y expansión del área de distribución de sus poblaciones. Bajo esta premisa, en el presente trabajo se han incluido poblaciones de especies que habitan en bosques templados de México cuyo rango geográfico ha sufrido estos procesos a lo largo de su historia.

La mayoría de los trabajos citogenéticos coinciden en la presencia de una marcada variabilidad, no sólo entre especies sino también dentro de las mismas (Baker y Bickham, 1980). Contar con un mayor conocimiento de los patrones de variación cromosómica en el género es imprescindible para proporcionar información sobre la divergencia evolutiva y las relaciones filogenéticas existentes entre las especies de *Reithrodontomys*.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Diagnosis

En el presente trabajo se incluyen tres especies del subgénero *Aporodon*: *R. mexicanus*, *R. microdon* y *R. tenuirostris* y dos del subgénero *Reithrodontomys*: *R. megalotis* y *R. sumichrasti*, la diagnosis de estas especies se presenta a continuación.

2.1.1 Subgénero *Aporodon*

2.1.1.1 *Reithrodontomys mexicanus*

Es una especie de la que se identifican 13 subespecies: *R. m. cherrii*, *R. m. garichensis*, *R. m. howelli*, *R. m. lucifrons*, *R. m. mexicanus*, *R. m. ocotepequensis*, *R. m. orinus*, *R. m. potrerograndei*, *R. m. riparius*, *R. m. scansor*, *R. m. milleri*, *R. m. eremicus*, *R. m. soederstroemi*. Su distribución geográfica va desde las montañas de las Sierras Oriental y Sur de México hasta el norte de Panamá con algunas poblaciones en las tierras altas de Colombia y Ecuador (Figura 2). Habita en un amplio intervalo altitudinal asociado con árboles de bosques de pino-encino y boques nublados, aunque también se ha colectado en pastizales de estos ecosistemas (Hooper, 1952).

Los individuos de esta especie tienen una longitud de la cabeza y cuerpo de 69-100 mm, longitud de la cola de 92-134 mm, longitud del pie de 18-22 mm, longitud de la oreja de 14-18 mm y un peso de 14-18 g. Este roedor es muy pequeño y tiene la cola larga con respecto al cuerpo, la cual es usualmente oscura de manera uniforme o en ocasiones, tenuemente bicolor. La espalda es café anaranjado con los costados de color anaranjado brillante y la parte ventral es blanca o café amarillento pálido. El pelaje es largo, grueso y ligeramente lanudo. Las orejas largas y estrechas, son negruzcas y moderadamente peludas. Las vibrisas son largas y gruesas. La parte superior de las patas traseras es negruzca, hasta la base de los dedos (De Saussure, 1860; Hooper, 1952).

R. mexicanus es la especie del subgénero *Aporodon*, que posee el mayor rango de distribución tanto geográfica como altitudinal, así como altos niveles de variación intraespecífica, morfológica; cromosómica y genética (Hooper, 1952; Arellano *et al.*, 2003; 2005; Urbina *et al.*, 2006). Algunos estudios recientes que abordan la historia evolutiva del género utilizando datos moleculares refieren que dentro de *R. mexicanus* hay poblaciones que representan especies diferentes (Arellano *et al.*, 2003; 2005).

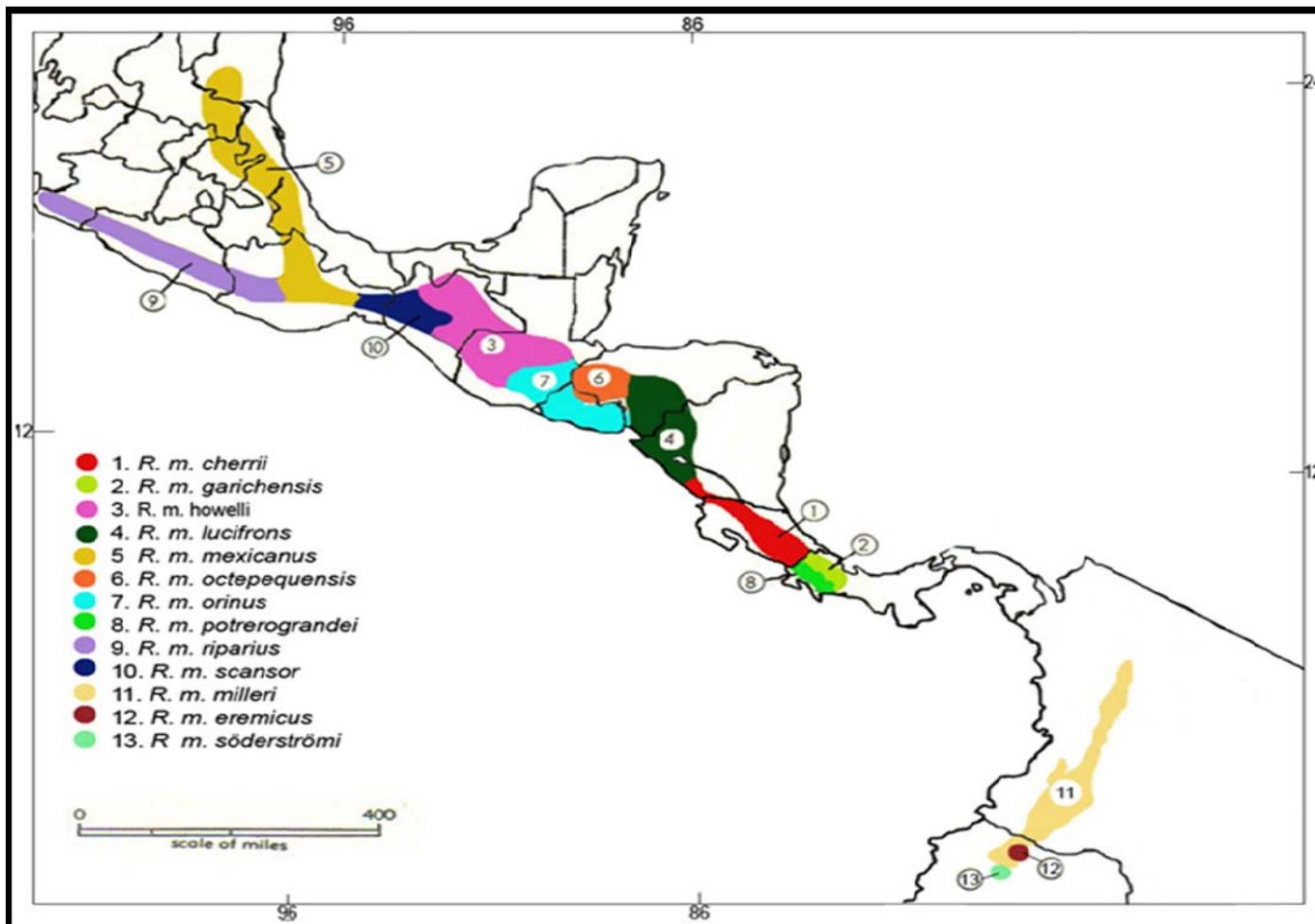


Figura 2. Distribución geográfica de las subespecies de *Reithrodontomys mexicanus* (Hooper, 1952 y Hall, 1981).

2.1.1.2 *Reithrodontomys microdon* (Merriam, 1901)

De *Reithrodontomys microdon* existen tres subespecies, *R. m. wagneri*, *R. m. albilabris* y *R. m. microdon* cuya distribución abarca altitudes de 2200 a 3100 msnm. En el bosque mesófilo de montaña se presenta de manera disyunta en tres manchones reducidos en México y Guatemala (Figura 3). El primero corresponde al centro del Eje Neovolcánico en las montañas de Michoacán y Distrito Federal; el segundo se encuentra en el Norte de Oaxaca; y el tercero ocupa las tierras altas del Centro y Sur de Chiapas, extendiéndose hasta el Norte y Centro de Guatemala. Los ejemplares colectados son escasos debido probablemente a que esta especie tiene hábitos semiarbóreos (Hooper, 1952; Hall, 1981).

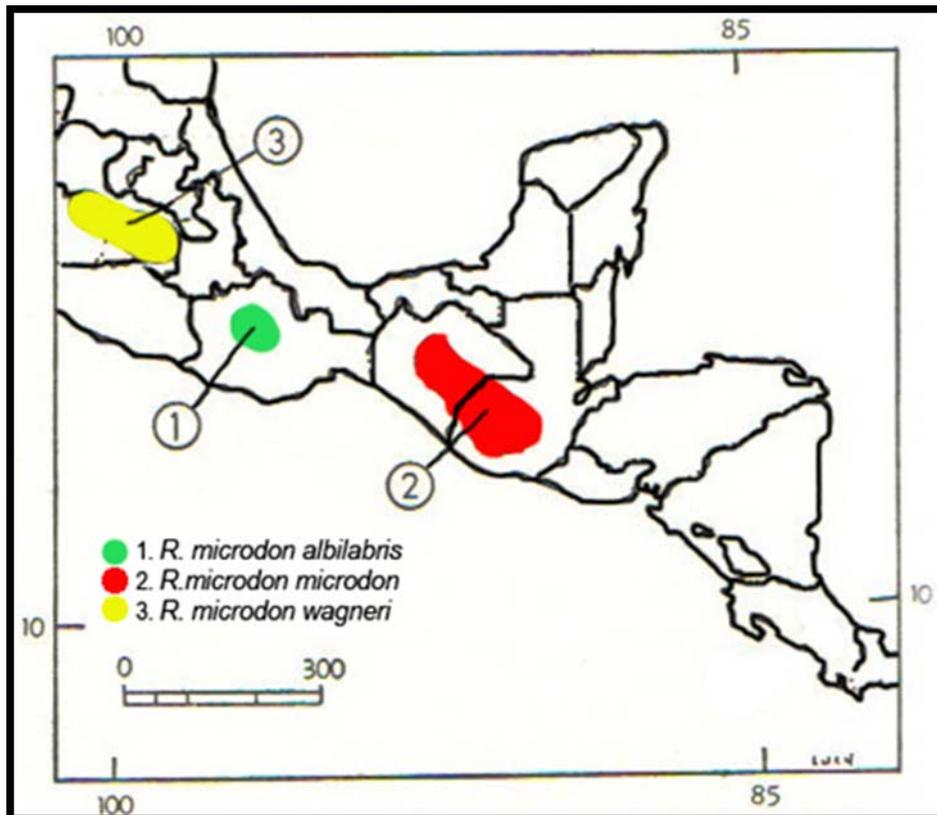


Figura 3. Distribución geográfica de *Reithrodontomys microdon* (Hooper, 1952).

Habita lugares fríos y húmedos en donde se encuentran abetos, pinos y roble con una moderada densidad de herbáceas. Esta especie se puede distinguir de todas las demás por características del cráneo, el cual es muy largo y estrecho (Hooper, 1950).

2.1.1.3 *Reithrodontomys tenuirostris* (Merriam, 1901).

Reithrodontomys tenuirostris es un roedor que se distribuye en las montañas del sureste de Chiapas, México y norte de Guatemala (Figura 4), en un rango de altitud de 2438 a 3200 msnm. *R. tenuirostris* es el más grande y oscuro de los ratones del subgénero *Aporodon*. Tiene una longitud de pata de 22 a 23 mm; su cola mide de 105 a 129 mm y el cráneo 23.2 a 26.1 mm (Merriam, 1901 y Howell, 1914). La especie está relacionada evolutivamente con *R. microdon* y son simpátricas en algunas localidades, pero se distinguen claramente por su morfología.

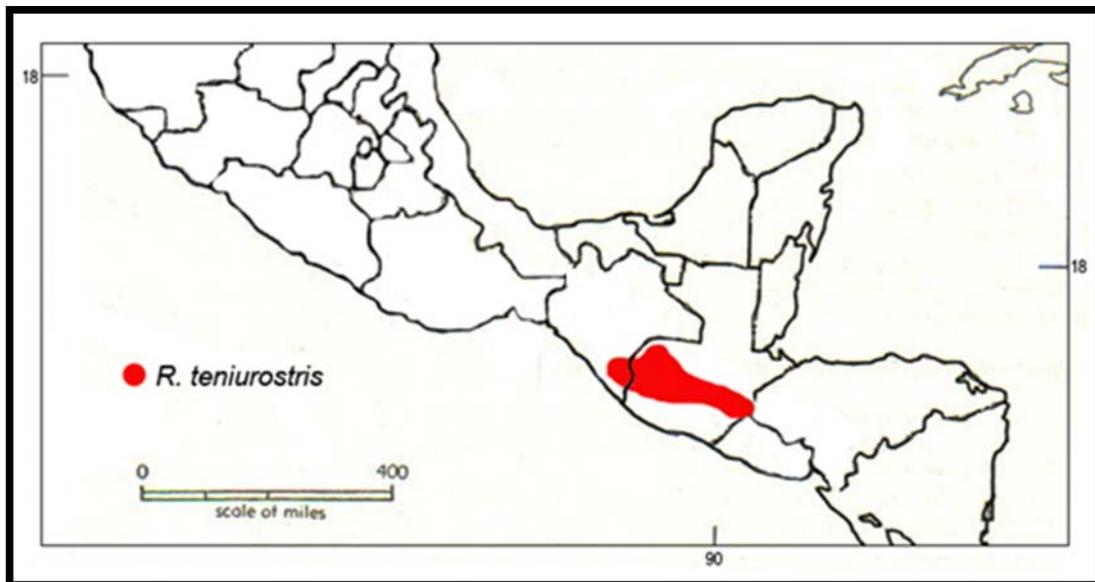


Figura 4. Distribución geográfica de *Reithrodontomys tenuirostris* (Hooper, 1952).

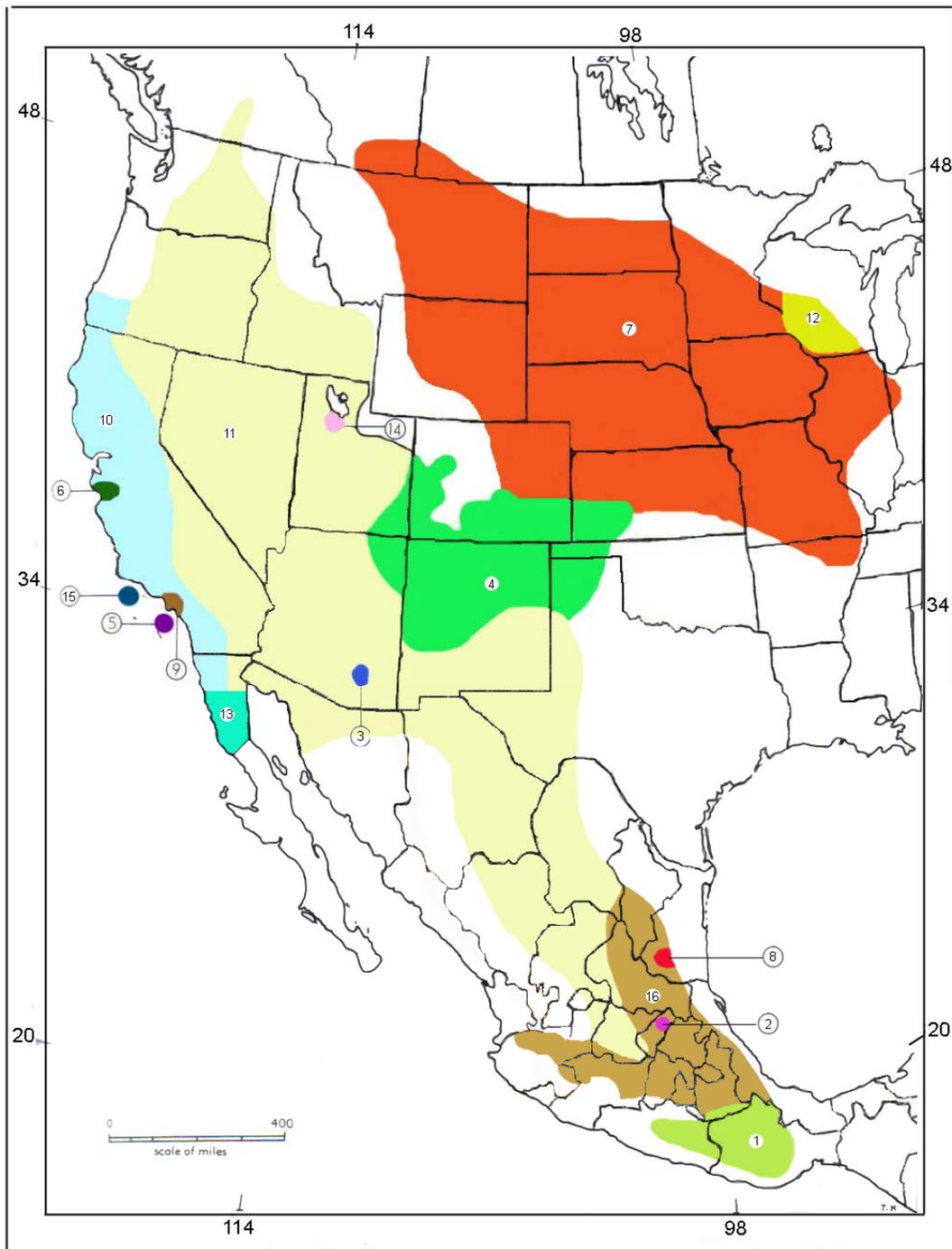
2.1.2 Subgénero *Reithrodontomys*

2.1.2.1 *Reithrodontomys megalotis*

De esta especie existen 16 subespecies, de las cuales cinco se distribuyen en regiones montañosas de México, *R. m. megalotis*, *R. m. saturatus*, *R. m. alticolus*, *R. m. hooperi* y *R. m. amoles* (Figura 5).

Es un roedor que se distribuye desde el suroeste de Canadá hasta el este de California y el sur de México, siendo frecuente y abundante en la mayor parte de su rango. Se encuentra predominantemente en áreas abiertas del bosque y en zonas de cultivo. Habita en ambientes muy variados desde desiertos hasta bosques de pino encino y bosque mesófilo de montaña, cubriendo un rango altitudinal entre 77 y 4000 msnm.

Por su amplia distribución es una de las especies con mayor variabilidad morfológica. Sin embargo, de manera general se pueden distinguir dos morfotipos el de los individuos que habitan en zonas altas con pelaje oscuro y el de los que habitan en lugares bajos cuyo pelaje es de coloración clara; ambos son de tamaño pequeño y miden de 58 a 75 mm de largo. Se ha encontrado cohabitando con *Reithrodontomys fulvescens*, *R. sumichrasti*, *R. chrysopsis*, *R. hirsutus*, *R. mexicanus* y *R. microdon* (Hooper, 1952; Webster y Knox, 1982).



- | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1. <i>R. m. alticolus</i> | 5. <i>R. m. catalinae</i> | 9. <i>R. m. limicola</i> | 13. <i>R. m. lpeninsulae</i> |
| 2. <i>R. m. amoles</i> | 6. <i>R. m. distichlis</i> | 10. <i>R. m. longicaudus</i> | 14. <i>R. m. ravus</i> |
| 3. <i>R. m. arizonensis</i> | 7. <i>R. m. dychei</i> | 11. <i>R. m. megalotis</i> | 15. <i>R. m. santacruzae</i> |
| 4. <i>R. m. aztecus</i> | 8. <i>R. m. hooperi</i> | 12. <i>R. m. pectoralis</i> | 16. <i>R. m. saturatus</i> |

Figura 5. Distribución geográfica de las subespecies de *Reithrodontomys megalotis* (Hall, 1981).

2.1.2.2 *Reithrodontomys sumichrasti*

Incluye siete subespecies: *R. s. sumichrasti*, *R. s. nerterus*, *R. s. luteolus*, *R. s. dorsalis*, *R. s. modestus*, *R. s. australis* y *R. s. vulcanius*. Por el tono de coloración del pelaje pueden dividirse en dos grupos: i) las de coloración oscura, *sumichrasti*, *dorsalis*, *australis* y *vulcanicus*; y ii) las de color más brillante que son *nerterus*, *luteolus* y *modestus* (Hooper, 1952).

Esta especie se distribuye de manera alopátrica en las zonas montañosas del centro y sur de México y en América Central, siendo cuatro de las subespecies endémicas de nuestro país. Habita bosques de pino, pastizal y bosque de niebla en rangos de altitud de 1524 a 2743 msnm (Figura 6).

Cohabita con *Reithrodontomys microdon*, *R. chrysopsis*, *R. megalotis*, *R. fulvescens*, *R. tenuirostris* y *R. mexicanus* (Hooper, 1952). En particular, *R. sumichrasti* está cercanamente relacionado con *R. chrysopsis* y *R. megalotis* situándose entre estas dos en lo que a tamaño del cuerpo y cráneo se refiere. Algunos especímenes de *R. sumichrasti* pueden ser difícilmente distinguibles de individuos pequeños de *R. chrysopsis* o de ejemplares grandes de *R. megalotis* (De Saussure, 1860; Merriam, 1901; Howell, 1914; 1932 y 1935). Al igual que en *R. megalotis*, existe un alto grado de variabilidad morfológica intraespecífica y esto también se ha observado en los estudios con datos genéticos (Hooper, 1952; Sullivan *et al.*, 2000).

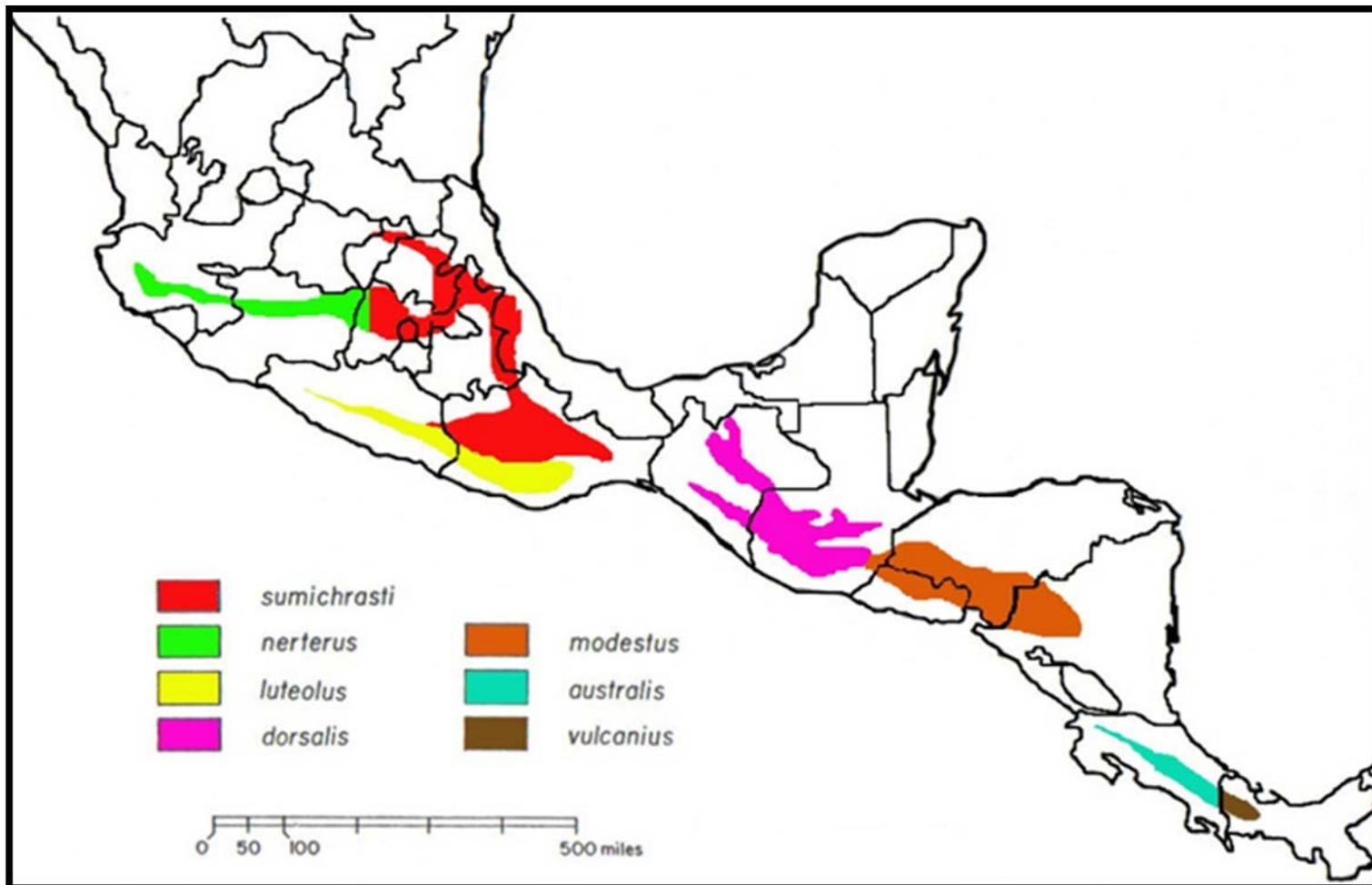


Figura 6. Distribución de las subespecies de *Reithrodontomys sumichrasti* (Hooper, 1952).

2.2 Datos citogenéticos

Se han descrito los cariotipos de 13 especies de *Reithrodontomys* (Shellhammer, 1967; Blanks y Shellhammer, 1968; Shellhammer, 1969; Matthey, 1973; Carleton y Myers, 1979; Robbins y Baker, 1980; Robbins, 1981; Engstrom *et al.*, 1981; Rogers *et al.*, 1983; Hood *et al.*, 1984; Peppers *et al.*, 1997a; Peppers *et al.*, 1997b; Bradley *et al.*, 2004; Urbina *et al.*, 2006) (Tablas 1 y 2).

2.2.1 Subgénero *Aporodon*

2.2.1.1 *Reithrodontomys bakeri*

Bradley *et al.*, (2004) describieron el cariotipo de esta especie de las localidades de Filo de Caballo y Omiltemi, Guerrero, el cual tuvo $2n=52$, $NF=50$ y los cromosomas monorrámeos.

2.2.1.2 *Reithrodontomys creper*

Carleton y Myers, (1979) de la localidad de Cartago, Costa Rica describieron el cariotipo de *R. creper* con $2n=52$, $NF=50$ brazos, y todos los cromosomas acrocéntricos.

2.2.1.3 *Reithrodontomys gracilis*

Su cariotipo presentó $2n=52$, $NF=50$ brazos, todos los cromosomas fueron acrocéntricos; fue descrito por Carleton y Myers, (1979) de la localidad de Champotón, Campeche, México.

2.2.1.4 *Reithrodontomys mexicanus*

Carleton y Myers, (1979), describieron el cariotipo de las subespecies *Reithrodontomys mexicanus howelli*, de la localidad de Huehuetenango, Guatemala, y *Reithrodontomys mexicanus soderstromi* de Pichinchapara, Ecuador. Estas dos subespecies presentaron el mismo cariotipo, el cual constó de $2n=52$, $NF=52$, uno de los pares fue birrámeo, 24 pares acrocéntricos y los sexuales, X e Y, monorrámeos.

Rogers *et al.*, (1983), describieron otro citotipo de la subespecie *R. m. howelli*, de la localidad de Rayón, Chiapas, el cual tuvo $2n=52$, $NF=50$ y todos los cromosomas acrocéntricos.

2.2.1.5 *Reithrodontomys tenuirostris*

El cariotipo de esta especie fue descrito por Rogers *et al.*, (1983), de una hembra colectada en el Cerro Mozotal, Chiapas, y presentó $2n=52$, $NF=50$ y todos los cromosomas acrocéntricos.

SUBGÉNERO APORODON												
ESPECIE	SUB-ESPECIE	2n	NF	M	SM	ST	MONO	BI	X	Y	LOCALIDAD	REFERENCIAS
<i>R. bakeri</i>		52	50	0	0	0	52	0	A	A	México: Filo de Caballo y Omiltemi, Guerrero	Bradley, <i>et al.</i> , (2004)
<i>R. creper</i>		52	50	0	0	0	52	0	A	A	Costa Rica: San José, La Trinidad	Carleton y Myers, 1979.
<i>R. gracilis</i>	<i>gracilis</i>	52	50	0	0	0	52	0	A	A	México: Champotón, Campeche	Carleton y Myers, 1979.
<i>R. mexicanus</i>	<i>howelli</i> <i>soderstromi</i>	52	52	--	--	--	50	2	A	A	Guatemala: Huehuetenango Ecuador: Pichincha	Carleton y Myers, 1979
<i>R. mexicanus</i>	<i>howelli</i>	52	50	0	0	0	52	0	A	A	México: Rayon, Chiapas	Rogers, <i>et al.</i> 1983
<i>R. tenuirostris</i>		52	50	0	0	0	52	0	A	A	México: Mozotal, Chiapas	Rogers, <i>et al.</i> 1983

Tabla 1 Características de los citotipos de las especies del subgénero *Aporodon*.

2.2.2 Subgénero *Reithrodontomys*.

2.2.2.1 *Reithrodontomys fulvescens*

Hsu y Benirschke (1968) y Carleton y Myers (1979), describieron el cariotipo de esta especie el cual tuvo $2n=50$, $NF=48$, los autosomas fueron acrocéntricos, el X submetacéntrico y el Y acrocéntrico. Posteriormente Engstrom *et al.*, (1981), describieron el cariotipo de poblaciones de Rincón de Ramos, Aguascalientes, Xicotepec de Juárez, Puebla y de Sierra de Tamaulipas, Tamaulipas, México, el cual fue idéntico al descrito por los otros autores, salvo por el macho colectado en Aguascalientes que presentó un par autosómico heteromórfico, con un elemento metacéntrico y otro acrocéntrico, y la morfología del X que fue metacéntrico. Las bandas C revelaron que el brazo corto del autosoma metacéntrico, de los especímenes de Sierra de Tamaulipas, Tamaulipas, estaban compuestos por heterocromatina constitutiva. Las bandas C estuvieron restringidas a la región centromérica en los demás autosomas y al brazo corto y a una banda intersticial del cromosoma X.

Peppers *et al.*, (1997b), reportaron un citotipo para la subespecie *R. f. griseoflavus*, de la localidad de Los Herreras, Durango, el cual presentó $2n=50$, $NF=48-50$, con todos los cromosomas acrocéntricos, a excepción de 1 ó 2 cromosomas birrámeos.

2.2.2.2 *Reithrodontomys hirsutus*

El cariotipo de esta especie fue descrito por Urbina *et al.*, (2006), de individuos de la localidad de Ameca, Jalisco; presentó $2n=46$, $NF=44$, todos los autosomas acrocéntricos, el X metacéntrico y el Y acrocéntrico.

2.2.2.3 *Reithrodontomys humulis*

El primer citotipo descrito por Carleton y Myers (1979) de ejemplares del Sur de Carolina, E.U.A tuvo $2n=51$, $NF=60$, 10 cromosomas birrámeos y 40 acrocéntricos. Engstrom *et al.*, (1981), describieron otro citotipo para esta especie el cual estuvo constituido por $2n=50$, con 48 cromosomas acrocéntricos, un metacéntrico pequeño y un subtlocéntrico grande que fue considerado como cromosoma X; un acrocéntrico pequeño, impar, que se consideró cromosoma Y.

2.2.2.4 *Reithrodontomys megalotis*

Matthey (1973) y Shellhammer (1967), describieron el primer citotipo de *Reithrodontomys megalotis longicaudus*, de California, EUA, el cual tuvo $2n=44$, los cromosomas sexuales fueron grandes el X submetacéntrico y el Y subtlocéntrico. Este citotipo presentó 20 metacéntricos, 16 submetacéntricos, seis subtlocéntricos y dos cromosomas B.

Otros citotipos de la subespecie *R. m. longicaudus* fueron descritos por Blanks y Shellhammer (1968). En éstos el número diploide fue variable de 42 a 46, siendo el primero el más frecuente, con 18 cromosomas metacéntricos, 16 submetacéntricos, seis subtlocéntricos, el X submetacéntrico y el Y

subtelocéntrico. Shellhammer (1969), encontró ocho números diploides, $2n=42$, 43, 44, 45, 46, 47; 48 y 49 debido a la presencia de cromosomas B cuyo número varió de 0 a 7 y fueron de dos tipos: unos grandes que parecían ser metacéntricos y otros pequeños, telocéntricos (Peppers *et al.*; 1997a). Dos citotipos diferentes fueron descritos por Engstrom *et al.*, (1981), para esta especie; el primero de un macho de la localidad de Amealco, Querétaro el cual tuvo $2n=40$, con 38 cromosomas metacéntricos a subtelocéntricos, el cromosoma X submetacéntrico y el Y subtelocéntrico. El otro citotipo fue de individuos de la localidad de Pinal de Amoles, Querétaro (*R. m. amoles*) el cual presentó $2n=48$, con 46 cromosomas metacéntricos a subtelocéntricos en una serie de grandes a pequeños. El cromosoma X fue un metacéntrico grande y el Y un subtelocéntrico grande.

Hood *et al.*, (1984), describió el cariotipo de la subespecie *R. m. dychei*, el cual presentó $2n=42$, $NF=80$, 40 cromosomas birrámeos, el X submetacéntrico y el Y subtelocéntrico. Peppers *et al.*, (1997b), describieron el cariotipo de la subespecie *R. m. megalotis*, de las localidades de Vicente Guerrero, y Los Herreras, Durango, el cual presentó $2n=42$, $NF=80$, nueve pares metacéntricos, ocho submetacéntricos, tres subtelocéntricos. El cromosoma X submetacéntrico y el Y subtelocéntrico. También presentó de 1 a 4 cromosomas supernumerarios.

2.2.2.5 *Reithrodontomys montanus*

El complemento cromosómico de *R. montanus* fue descrito por Robbins y Baker (1980), con $2n=38$ y $NF=72$. Posteriormente Robbins (1981), reportó otro cariotipo para esta especie el cual presentó un $2n=39$, $NF=72$ o 74, y los cromosomas

sexuales fueron polimórficos, el cromosoma X fue variable en tamaño y el Y en morfología, pudiendo ser monorrámeo o birrámeo. Finalmente Hood *et al.*, (1984), reportaron un cariotipo con $2n=38$, $NF=72$, 36 cromosomas birrámeos, el X submetacéntrico y el Y subtelocéntrico.

2.2.2.6 *Reithrodontomys raviventris*

El cariotipo de la subespecie *Reithrodontomys raviventris halicoetes* fue descrito por Shellhammer (1967), presentó $2n=38$, $NF=72$ brazos, 14 metacéntricos, 16 submetacéntricos y seis subtelocéntricos. Ese mismo autor también describió el cariotipo de la subespecie *Reithrodontomys raviventris raviventris*, que se caracterizó por tener $2n=38$ y $NF=72$ brazos; 10 cromosomas metacéntricos, 18 submetacéntricos y ocho subtelocéntricos. Hood *et al.*, (1984), describió otro cariotipo para esta especie, que constó de $2n=38$, $NF=72$, 36 cromosomas birrámeos, el X es submetacéntrico y el Y subtelocéntrico.

2.2.2.7 *Reithrodontomys sumicrhasti*

Carleton y Myers (1979), describieron el cariotipo de la subespecie *Reithrodontomys sumicrhasti australis* de la localidad de Cartago, Costa Rica, tuvo, $2n=40$, $NF=76$, 38 cromosomas birrámeos, el X metacéntrico y el Y submetacéntrico. Otro cariotipo fue descrito por Engstrom *et al.*, (1981), para la localidad de Talpa de Allende, Jalisco, presentó $2n=42$, $NF=80$, 40 autosomas birrámeos y los sexuales submetacéntricos grandes.

2.2.2.8 *Reithrodontomys zacatecae*

El cariotipo de esta especie fue descrito por Hood *et al.*, (1984), de individuos de la población de El Salto, Durango; tuvo $2n=50$, $NF=96$, 48 cromosomas birrámeos, el X submetacéntrico y el Y subtelocéntrico.

SUBGENERO REITHRODONTOMYS												
ESPECIE	SUB-ESPECIE	2n	NF	M	SM	ST	MONO	BI	X	Y	LOCALIDAD	REFERENCIAS
<i>R. fulvescens</i>	<i>tropicalis</i>	50	48 49	0	0	0	49-50	0- 1	SM	A	México: Gómez Palacios, Durango EUA: Calhoum Co. Hardin Jeff Davis, Texas EUA: Melntosh, Oklahoma EUA: Ellis, Kansas	Hsu y Bernishke, 1968; Carletton y Myers, 1979 Engstrom <i>et al.</i> , 1981 Peppers <i>et al.</i> , 1997b
<i>R. hirsutus</i>		46	44	0	0	0	45	0	M	A	México: Ameca, Jalisco	Urbina <i>et al.</i> , 2006
<i>R. humulis</i>		51	60				40	10			EUA: Fayette, Arkansas EUA: Oklahoma	Carletton y Myers, 1979
<i>R. humulis</i>		50	48	1	0	0	49	0	ST	A	EUA: Texas	Engstrom <i>et al.</i> , 1981
<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	44	80	20	16	6	2B	42	SM	ST	EUA: California	Matthey 1973 y Shellhammer, 1967
<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	--	--	--	--	40	SM	ST	México: Amealco, Querétaro	Engstrom <i>et al.</i> , 1981
<i>R. megalotis</i>	<i>amoles</i>	48	92	--	--	--	--	48	M	ST	México: Pinal de Amoles, Querétaro	Engstrom <i>et al.</i> , 1981
<i>R. megalotis</i>	<i>dychei</i>	42	80	--	--	--	--	42	SM	ST	EUA: Kansas	Hood <i>et al.</i> , 1984,
<i>R. megalotis</i>	<i>megalotis</i>	42	80	9	8	3	0	42	SM	ST	México: Vicente Guerrero, y Los Herreras, Durango	Peppers <i>et al.</i> , 1997b
<i>R. montanus</i>		38 39	72 74	--	--	--	0	38	SM	ST	EUA: Garza Lubbock Culberson Texas	Robbins y Baker, 1980 Robbins, 1981
<i>R. raviventris</i>	<i>halicoetes</i>	38	72	14	16	6	0	38	--	--	EUA: Sonoma, California	Shellhamer, 1967;

<i>R. raviventris</i>	<i>raviventris</i>	38	72	10	18	8	0	38	--	--	EUA: San Francisco, California	Shellhamer, 1967;
<i>R. raviventris</i>	<i>raviventris</i>	38	72	--	--	--	0	38	SM	ST	EUA: Alameda, California	Hood <i>et al.</i> , 1984
<i>R. sumichrasti</i>	<i>australis</i>	40	76	--	--	--	0	40	M	SM	Costa Rica: Cartago	Carleton y Myers, 1979;
<i>R. sumichrasti</i>		42	80	--	--	--	0	42	SM	SM	México: Talpa de Allende, Jalisco	Engstrom <i>et al.</i> , 1981
<i>R. zacatecae</i>		50	96	--	--	--	0	50	SM	ST	México: El Salto, Durango	Hood <i>et al.</i> , 1984

Tabla 2 Características de los citotipos de las especies del subgénero *Reithrodontomys*.

Los datos presentados muestran una considerable variación inter e intraespecífica en los números diploides y la estructura de los cromosomas (Tablas 1 y 2), por lo que diferentes autores sugieren que hay dos patrones: i) el de los cariotipos que presentan números diploides altos con cromosomas acrocéntricos ($2n=50-52$) y heterocromatina restringida a los centrómeros, condición que es considerada ancestral para los roedores peromyscinidos la cual es característica del subgénero *Aporodon* (Carleton y Myers, 1979); ii) el de los cariotipos con números diploides bajos ($2n=38-42$), con cromosomas monorrámeos y birrámeos, una distribución variable de la heterocromatina (Carleton y Myers 1979; Engstrom *et al.*, 1981) y variabilidad en la morfología; esta otra condición, considerada derivada, es característica del subgénero *Reithrodontomys*.

La marcada variabilidad cromosómica en el género *Reithrodontomys* pudo haber ocurrido por rearrreglos cromosómicos (Shellhammer, 1967 y Carleton y Myers, 1979) que afectaran la estructura y la forma de los cromosomas. Entre ellos los más probables serían: 1) la inversión pericéntrica, que ocurre cuando un segmento cromosómico que incluye al centrómero gira 180° y modifica la forma del cromosoma, 2) la fusión céntrica, cuando dos cromosomas no homólogos se unen a través del centrómero y originan un cromosoma birrámico alterando la estructura y la forma de los cromosomas y 3) la adición de heterocromatina la cual puede ocurrir de dos maneras: a) por la adición de fragmentos intercalares que afectan la estructura de los cromosomas, y b) la adición de bazos completamente heterocromáticos que cambian la forma del cromosoma (Ayala, 1984; Gibson, 1984; Matthey, 1965; 1965; Sharma, 1981; White, 1969). Así, las funciones de los

cromosomas en el mecanismo evolutivo son el almacenamiento y generación de variabilidad genética, el mantenimiento de las combinaciones genéticas y el establecimiento de elementos de aislamiento (Mayr, 1968; Mohan, 1982).

La evolución cromosómica observada en los diferentes cariotipos puede brindar información sobre la divergencia evolutiva y las relaciones filogenéticas existentes entre distintos taxa. Esta información procede del estudio del número de cromosomas, posición del centrómero, número de brazos cromosómicos, extensión y localización de segmentos heterocromáticos, organizador nucleolar, constricciones secundarias y satélites (White, 1973; Huxley, 1974).

El análisis cromosómico es un elemento esencial para el reconocimiento de afinidades entre los taxa ya que la formación de nuevas especies generalmente está acompañada por rearrreglos cromosómicos los cuales aseguran la independencia de los linajes (Bickham y Baker, 1979; Sharma, 1981; Urbina *et al.*, 2006; White, 1969; 1973; 1978).

3. OBJETIVOS

General

- Describir los cariotipos de cinco especies del género *Reithrodontomys* distribuidas en el bosque mesófilo de montaña en México.

Particulares

- Obtener y describir los cariotipos de las especies *R. mexicanus*, *R. microdon*, *R. tenuirostris*, *R. megalotis* y *R. sumichrasti* de varias localidades de bosque mesófilo de montaña para evaluar la posible variación cromosómica dentro de las especies.
- Determinar el patrón de bandas cromosómicas G y C de cada una de las poblaciones mencionadas.
- Con base en el análisis de bandas C y G, determinar que tipo de rearrreglos cromosómicos han ocurrido en estas especies.
- Comparar los patrones cariotípicos encontrados utilizando métodos estadísticos.
- Proponer una hipótesis filogenética del género *Reithrodontomys* empleando exclusivamente caracteres cromosómicos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Material biológico

Las especies del género *Reithrodontomys* que se utilizaron para realizar este trabajo fueron las siguientes: del subgénero *Aporodon* se trabajó con *R. mexicanus*, *R. microdon* y *R. tenuirostris* (Apéndice 1). Del subgénero *Reithrodontomys* se incluyeron dos especies, *R. megalotis* y *R. sumichrasti* (Apéndice 2).

Los ejemplares fueron colectados en 12 localidades del país en las que el tipo de vegetación corresponde a bosque mesófilo de montaña principalmente, pero también se incluyeron los ejemplares colectados en otro tipo de vegetación, por considerar que enriquecerían el estudio (Apéndices 1 y 2).

Para la captura de los ejemplares, en cada localidad se utilizaron aproximadamente 400 trampas Sherman distribuidas en transectos utilizando como cebo semillas de girasol y avena. Las trampas se colocaron al anochecer y se levantaron a la siguiente mañana. Cada ejemplar fue procesado bajo los estándares de colecciones de mamíferos tomando datos de localidad de colecta, sexo, estado reproductivo y medidas somáticas. Además se tomaron muestras de tejido para futuros estudios genéticos.

Los ejemplares fueron depositados en la Colección de Mamíferos en el Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y, en la Colección de Mamíferos del Museo Monte L. Museum de la Universidad de *Brigham Young*, Utah E. U. A. en donde se confirmaron las identificaciones taxonómicas.

4.2 Técnicas citogenéticas

A continuación se describe el procedimiento aplicado para la obtención y tinción de cromosomas. En el Apéndice 3 se detallan los métodos para la elaboración de las soluciones que se utilizaron en las diferentes técnicas de laboratorio.

4.2.1 Obtención de cromosomas

Los cromosomas de roedores se obtuvieron mediante el método convencional de médula ósea de huesos largos principalmente de fémures y tibias (Robbins y Baker 1978; Baker y Quimsiyeh, 1988; Baker *et al.*, 2003). El procedimiento consistió en inyectar por vía intraperitoneal solución de colchicina al 0.1% en PBS (Microlab), en una dosis de 0.1 ml por cada 10 gr de peso corporal, 50 minutos antes de sacrificar a los roedores.

Se sacrificaron los ejemplares para extraer los huesos en un tiempo no mayor de cinco minutos. Se retiró el músculo de los huesos y se cortaron las epifisis en el extremo proximal, la médula se extrajo inyectando 4 ml de solución hipotónica KCl (J.T. Baker) al 0.4 %, a 37° C; para extraer toda la médula fue necesario inyectar por ambos lados del hueso.

La médula se colectó en tubos de centrifuga de 15 ml que contenían 1 ml de solución hipotónica a 37° C y se resuspendieron con una pipeta Pasteur. Se incubaron a 37° C durante 20 minutos.

Las muestras se centrifugaron durante 10 minutos a 1500 rpm, se eliminó el sobrenadante y se resuspendió con 1 ml de Solución de Carnoy, la cual se vertió lentamente resbalando por la pared del tubo; se resuspendió suavemente, se dejó reposar durante 15 minutos y después se centrifugó durante 10 minutos a 1500 rpm. Este último paso se repitió dos veces más, después se desechó el sobrenadante, el paquete celular se resuspendió en 0.5 ml de fijador y se realizaron las preparaciones dejando caer gota a gota la suspensión celular sobre los portaobjetos limpios y desengrasados. Se dejaron secar a temperatura ambiente y la mitad de las preparaciones se tiñeron con colorante de Giemsa al 10% (Merck) en buffer de Sörensen pH 6.8 durante 20 minutos; se lavaron con agua destilada, se dejaron secar, se montaron con resina sintética (Sigma México), y después se observaron con un microscopio óptico (Zeiss). La otra mitad de las preparaciones se utilizó para las tinciones diferenciales de bandas G y C.

Las preparaciones de los ejemplares de *R. mexicanus* colectados en septiembre de 1997, fueron realizadas en la Universidad de Brigham Young y posteriormente trasladadas al Laboratorio de Genética Evolutiva de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, donde fueron analizadas.

4.2.2 Determinación del número diploide y fundamental

Por individuo de cada localidad se seleccionaron 50 mitosis de excelente calidad, con cromosomas dispersos y no encimados, se contó el número de cromosomas presentes en cada una de ellas; posteriormente se determinó el número diploide ($2n$), es decir el número cromosómico más frecuente de la muestra poblacional. El número fundamental (NF) fue establecido conforme al número de brazos cromosómicos sin tomar en cuenta los del par sexual (Matthey, 1973).

4.2.3 Elaboración de los cariotipos

Para la elaboración de los cariotipos se fotografiaron las 10 mejores mitosis por individuo con una cámara digital (Olympus) y las imágenes se procesaron con un software tipo Photoshop (Adobe) para construir los cariotipos de acuerdo con el ordenamiento propuesto por Levan (1964), Patton, (1967) (Figura 7), Robbins y Baker, (1980), y el *Committee for the Standardization of Chromosomes of Peromyscus*, (1977).

4.2.4 Elaboración de los ideogramas

Para elaborar los ideogramas se emplearon tres cariotipos de cada individuo. Los cromosomas de cada uno de ellos fueron medidos sobre una escala milimétrica digitalizada. Se obtuvieron las longitudes de los brazos corto (p) y largo (q), así como la longitud total ($p+q$); se calcularon la longitud relativa, el índice centromérico, la relación de brazos (r) y la diferencia entre brazos (d) (Tabla 3).

PARÁMETROS	FORMULAS
Longitud total	$p+q$
Longitud relativa	$(p+q/ \text{longitud total del complemento haploide}) \times 100$
Índice centromérico	$(p/p+q) \times 100$
Proporción de brazos (r)	$r = q/p$
Diferencia entre brazos (d)	$d = (r-1)(10)/(r+1)$

Tabla 3 Parámetros citogenéticos usados para la clasificación de los cromosomas.

El índice centromérico, la diferencia entre brazos y la proporción de brazos se utilizaron para clasificar a los cromosomas en metacéntricos, submetacéntricos, subtlocéntricos o telocéntricos aplicando el criterio establecido por Levan *et al.*, (1964) (Tabla 4). Se empleó la nomenclatura de Patton, (1967) para cromosomas de roedores, en la que los cromosomas telocéntricos, se consideran como acrocéntricos, (Tabla 4 y Figura 7).

Índice centromérico	Diferencia	Proporción de brazos	Clasificación Levan <i>et al.</i> , 1964	Nomenclatura Patton, 1967
47.5-37.5	0-2.5	1.0-1.67	Metacéntrico (M)	Metacéntrico (M)
37.5-25	2.5-5.0	1.67-3.0	Submetacéntrico (Sm)	Submetacéntrico (Sm)
25-12.5	5.0-7.5	3.0-7.0	Subtlocéntrico (St)	Subtlocéntrico (St)
12.5-2.5	7.5-10.0	7.0-∞	Telocéntrico (T)	Acrocéntrico (A)

Tabla. 4 Clasificación de los cromosomas según Levan *et al.*, (1964) y nomenclatura de acuerdo con Patton (1967).

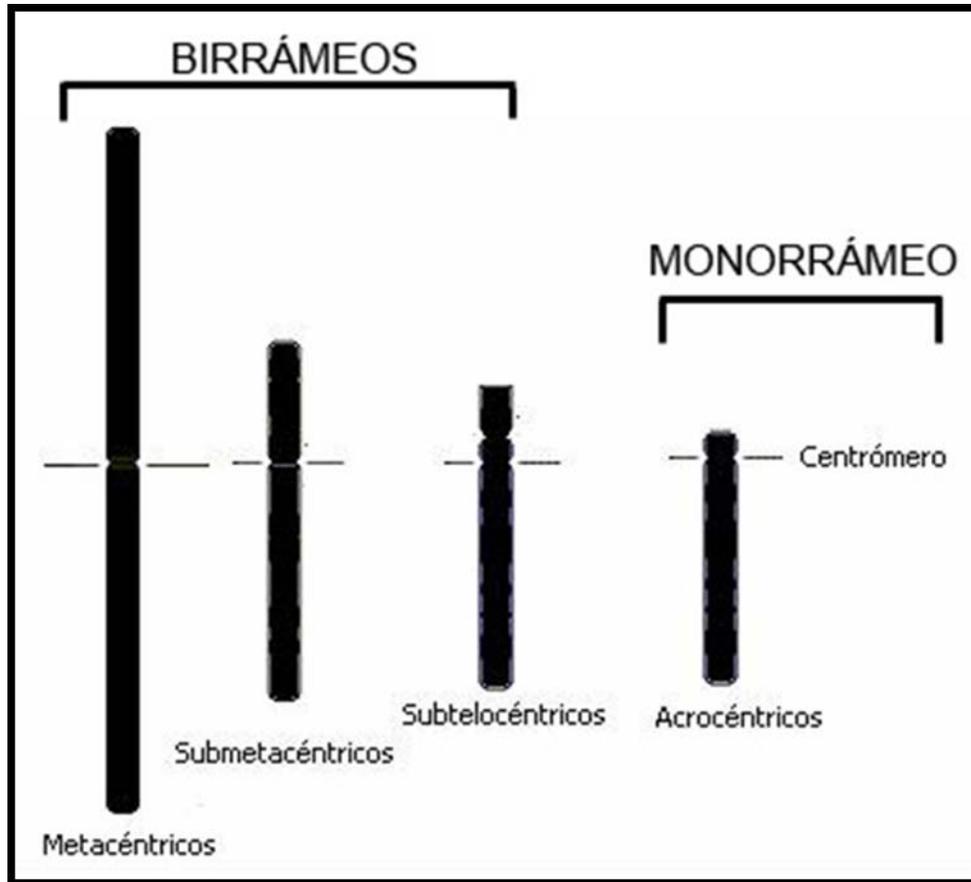


Figura 7. Nomenclatura cromosómica para roedores según Patton, (1967).

4.2.5 Técnica para la obtención de bandas C

Para la obtención de bandas cromosómicas C se siguió la técnica propuesta por Seabright (1971). Las preparaciones se colocaron en un vaso de Coplin que contenía ácido clorhídrico (J. T. Baker) 0.2 N a temperatura ambiente durante una hora. Después se enjuagaron con agua de la llave y se incubaron en hidróxido de bario (J.T. Baker) al 2.5%, a 50° C durante 5 min, se lavaron con agua destilada y se pasaron a una solución salina de citrato de Na (2XSSC) a 60° C durante una hora. Finalmente se enjuagaron con agua de la llave, se tiñeron con colorante de

Giemsa (Merck) al 10% en buffer de Sörensen pH 6.8, durante 15 minutos y se montaron con resina sintética (Sigma México).

4.2.6 Técnica para la obtención de bandas G

Para la obtención de bandas G se aplicó la técnica propuesta por Wang y Federof, (1972) modificada por la Dra. B. Molina (Com. Pers, 2005) la cual consistió en sumergir las laminillas en solución de tripsina y buffer libre de Ca^{++} y Mg^{++} durante 1 minuto. Inmediatamente después se enjuagaron en otro vaso de Coplin el cual contenía solución buffer libre de Ca^{++} y Mg^{++} con el objetivo de detener la acción enzimática; después se tiñeron con colorante de Wright (Merck) (durante 1 minuto y con Giemsa al 10% (Merck) en buffer de Sörensen pH 6.8 durante 2 minutos. Se enjuagaron con agua destilada y se montaron con resina sintética (Sigma México) después se observaron con el microscopio óptico.

4.2.7 Elaboración de ideogramas para bandas C y G

Para elaborar los ideogramas con bandas G y C los cromosomas de tres cariotipos de cada individuo fueron medidos sobre una escala milimétrica digitalizada. Se midió el grosor de cada una de ellas en el brazo corto (p), en el largo (q) y en la región centromérica de los cromosomas que las presentaran. Con estas medidas se pudieron ubicar con precisión en las figuras de los ideogramas.

4.3 Análisis de datos

4.3.1 Análisis estadístico

4.3.1.1 Análisis de Componentes Principales (ACP)

El análisis de componentes principales se utilizó con la finalidad de conocer los caracteres que más contribuyen a explicar la variabilidad entre los diferentes citotipos estudiados.

Se hicieron tres de estos análisis: en el primero se utilizaron los datos de los cariotipos de las subespecies de *R. megalotis*, en el segundo los de las subespecies de *R. sumichrasti* y en el tercero los datos cromosómicos de todas las especies del género de las que se conocían sus cariotipos.

Para cada caso se creó una matriz tomando en cuenta los siguientes caracteres cromosómicos: número diploide ($2n$), número fundamental (NF), número de cromosomas metacéntricos (M), submetacéntricos (SM), subtelocéntricos (ST) y morfología de los cromosomas sexuales X e Y a los que se asignaron números: a los metacéntricos 4, submetacéntricos 3, subtelocéntricos 2 y acrocéntricos 1. Para las subespecies de *R. megalotis* se tomó en cuenta el carácter número de cromosomas B; para el análisis de las especies del género se considero la variable par heteromórfico (H), asignándosele 0 a la ausencia de este carácter y 1 a la presencia.

Estas matrices de datos se trabajaron con el programa estadístico *IBM Statistical Package for the Social Sciences* (IBM SPSS) Ver. 19.0 (2010).

Se obtuvieron los eigenvalores y los eigenvectores; para estos últimos, sólo aquellas variables con valores mayores que 0.63 o menores que -0.63 fueron considerados para la interpretación de los componentes (McGarigal *et al.*, 2000).

Se realizó la proyección gráfica de las Unidades Taxonómicas Operativas (UTOs), analizadas en el espacio de los caracteres.

4.3.1.2 Análisis de Conglomerados

El análisis de conglomerados se utilizó con el propósito de formar grupos de UTOs con base en la distancia mínima de éstas dentro de los grupos y la máxima distancia de UTOs entre grupos. Como coeficiente de similitud se utilizó la distancia euclideana, debido a la naturaleza de los datos, (caracteres cuantitativos). Se empleó el método de ligamiento simple (Nearest Neighbor). Y se obtuvo el dendrograma correspondiente. Estas matrices de datos se trabajaron con el programa estadístico NCSS (Number Cruncher Statistical Systems) Ver. 2005.

Se hicieron tres análisis de conglomerados: en el primero se utilizaron los datos de los cariotipos de las subespecies de *R. megalotis*, en el segundo los de las subespecies de *R. sumichrasti* y en el tercero los datos cromosómicos de todas

las especies del género, de las que se conocían sus cariotipos. Las matrices que se utilizaron fueron las mismas con las que se realizó el ACP.

4.3.2 Análisis cladístico

Con el fin de conocer las relaciones evolutivas entre las especies en este estudio y otras para las que se han reportado cariotipos se llevó a cabo un análisis filogenético. Dado que la independencia de caracteres es fundamental en el análisis filogenético, se puso a prueba este supuesto a través de un análisis de correlación (Dobingny *et al.*, 2004).

La matriz se construyó con los datos citogenéticos de *R. bakeri*, (un citotipo), *R. creper*, (un citotipo), *R. gracilis*, (un citotipo), *R. mexicanus*, (tres citotipos), *R. microdon*, (dos citotipos), *R. tenuirostris*, (un citotipo), *R. megalotis*, (tres citotipos), *R. sumichrasti*, (cuatro citotipos), *R. fulvescens*, (un citotipo), *R. humulis*, (un citotipo), *R. hirsutus*, (un citotipo), *R. zacatecae*, (un citotipo), *R. montanus* (un citotipo), y *R. raviventris* (un citotipo), dando un total de 22 cariotipos. Se tomaron en cuenta los siguientes caracteres cromosómicos: número diploide, número fundamental, número de cromosomas metacéntricos, submetacéntricos, subtelocéntricos, acrocéntricos y B; morfología de los cromosomas somáticos y sexuales y presencia de pares heteromórficos.

Para la polarización de los caracteres y establecimiento de una raíz al árbol o a los árboles resultantes se utilizó la metodología del grupo externo (Watrous y Wheeler, 1981). En este análisis se incluyó a *Peromyscus banderanus* y

Peromyscus ochraventer como grupos externos debido a que pertenecen a un género de Peromyscinidos igual que el género *Reithrodontomys* (Patton *et al.*, 1981). Los datos se analizaron con el programa *Phylogenetic Analysis Using Parsimony* (PAUP) versión 4.0b10 (Swofford, 1998) para Macintosh bajo el criterio de Máxima Parsimonia con una búsqueda *branch and bound*. Se asignaron pesos diferenciales a los caracteres en función de su aporte a la variación con base en el análisis de componentes principales. Para evaluar la confiabilidad de las relaciones obtenidas se realizó un análisis de *bootstrap* con una búsqueda heurística de 100 repeticiones considerando a los valores mayores que el 70% como veraces (Felsenstein, 1985; Hillis y Bull, 1993; Dobigny *et al.*, 2004).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Descripción de cariotipos con tinción convencional de Giemsa, bandas C y G.

Los resultados de este trabajo están ordenados de acuerdo con los siguientes criterios: por subgéneros, primero las especies de *Aporodon* y después las de *Reithrodontomys*; por la distribución geográfica de las especies, de norte a sur; por poblaciones de la misma especie en las que se encontró variación interpoblacional; por poblaciones individuales en donde se encontró variación intrapoblacional. Se describen primero los cariotipos con tinción convencional de Giemsa, después los de bandas C y finalmente los de bandas G.

5.1.1 Subgénero *Aporodon*

5.1.1.1 *Reithrodontomys mexicanus*

De los ocho ejemplares se analizaron 200 mitosis en total. El cariotipo que se obtuvo presenta todos los cromosomas acrocéntricos, el número diploide es $2n=50$, $NF=48$ brazos, el cromosoma X es grande y el Y pequeño (Figuras 8 y 9) (Apéndice 4).

Figura 8. Cariotipo de *R. mexicanus* de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca $2n=50$ y $NF=48$.

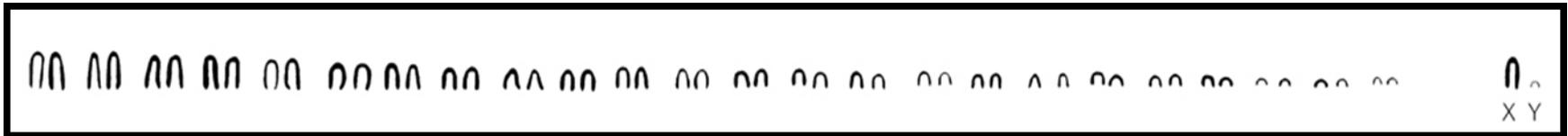
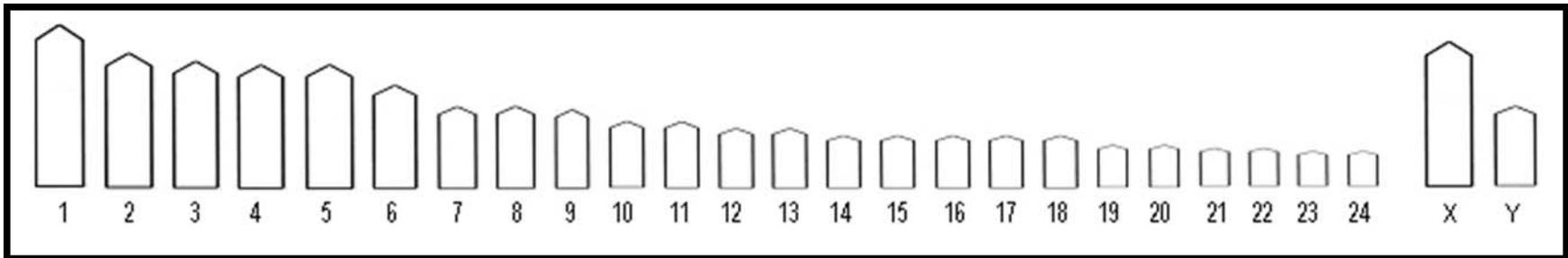


Figura 9. Ideograma de *Reithrodontomys mexicanus* de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca, con todos los cromosomas acrocéntricos.



Las bandas C estuvieron restringidas a la región centromérica en todos los cromosomas, excepto el cromosoma X que presentó heterocromatina en una banda intercalar (Figuras 10 y 11).

Las bandas G, como se observa en las Figuras 12 y 13, se encontraron en la región centromérica de todos los cromosomas y de manera intercalar en el brazo q presentando de 1 a 4 bandas. Diez pares de cromosomas (7, 9, 11, 12, 13, 16, 21, 22, 23 y 24) presentaron una intercalar, ocho (5, 6, 14, 15, 17, 18, 19 y 20) tuvieron dos bandas, cinco pares (1, 2, 8, 10 y X) tres y dos pares (3 y 4) cuatro bandas intercalares en el brazo q; el cromosoma Y es totalmente heterocromático.

Figura 10. Cariotipo con tinción diferencial de bandas C de *Reithrodontomys mexicanus* de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca.

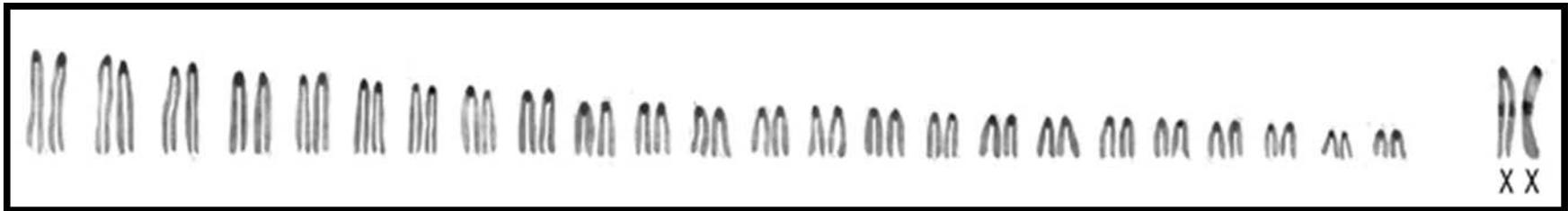


Figura 11. Ideograma de tinción diferencial de bandas C *R. mexicanus* de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca.

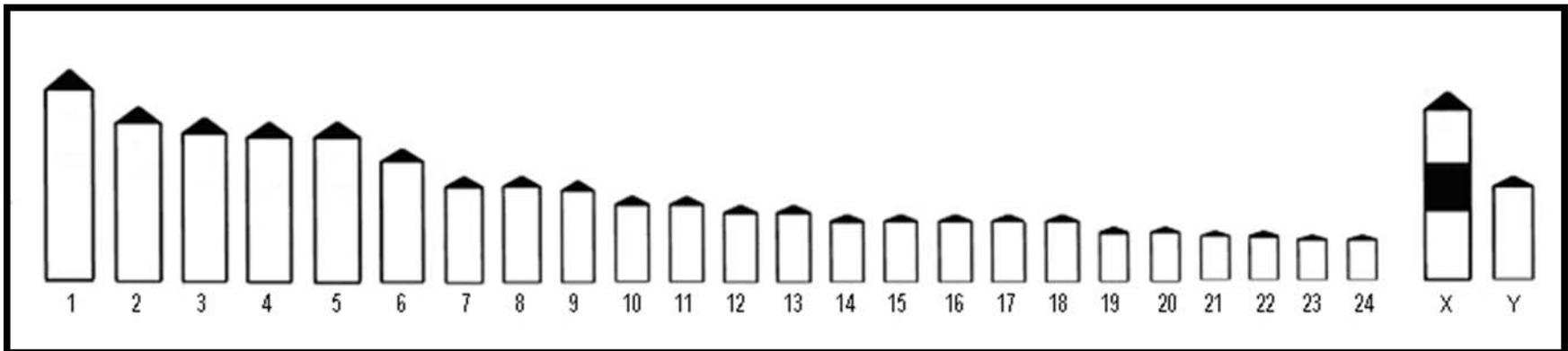


Figura 12. Cariotipo con tinción diferencial de bandas G de *Reithrodontomys mexicanus* de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca.

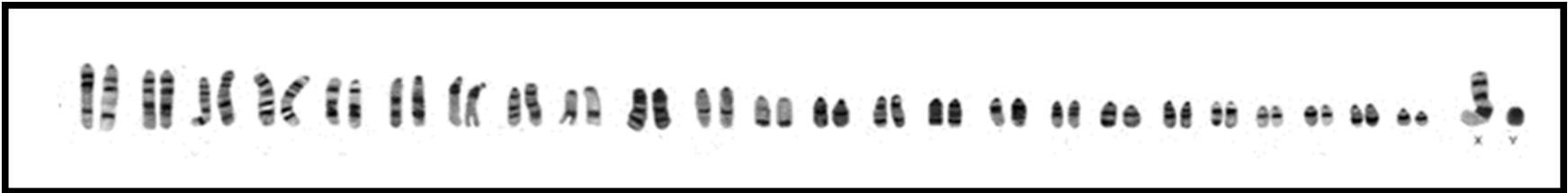
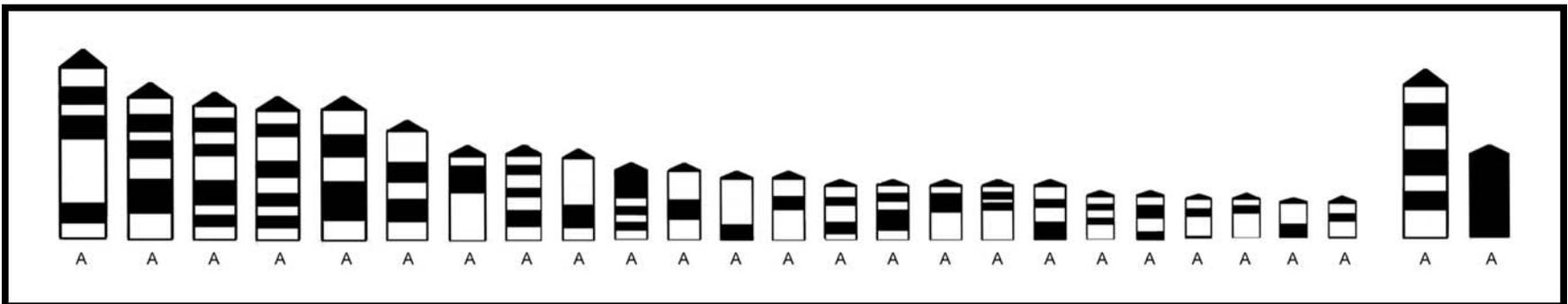


Figura 13. Ideograma con tinción diferencial de bandas G de *Reithrodontomys mexicanus* de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca.



La descripción del cariotipo con tinción convencional de las poblaciones de El Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz; Río Chiflón, Hidalgo y Puerto de la Soledad, Oaxaca difiere de las descritas por Rogers *et al.*, (1983) para *R. mexicanus* de Chiapas con $2n=52$, $NF=50$ con todos los cromosomas acrocéntricos, y del cariotipo descrito por Carleton y Myers, (1979) para las poblaciones de Guatemala y Ecuador con $2n=52$, $NF=52$, 25 pares monorrámeos y uno birrámeo (Tabla 5). El cariotipo descrito en este trabajo difiere de los otros dos en el número diploide y en el fundamental, lo cual sugiere que se trata de un nuevo citotipo para *R. mexicanus* en las poblaciones de Puebla, Veracruz, Hidalgo y Oaxaca además de confirmar que en esta especie existe variación cromosómica a lo largo de su distribución.

<i>R. mexicanus</i>			
Localidad	Puebla, Veracruz, Hidalgo y Oaxaca	Chiapas	Guatemala y Ecuador
Autores	Presente trabajo	Rogers <i>et al.</i> , (1983)	Carleton y Myers (1979)
2n	50	52	52
NF	48	50	52
Autosomas Monorrámeos	48	50	48
Autosomas Birrámeos	0	0	2
Sexual X	Acrocéntrico	Acrocéntrico	Acrocéntrico
Sexual Y	Acrocéntrico	Acrocéntrico	Acrocéntrico

Tabla 5. Comparación de los tres citotipos de *R. mexicanus* encontrados en diferentes localidades.

Carleton y Myers (1979), sugirieron que un complemento cromosómico compuesto principalmente por acrocéntricos y número diploide alto representaría al cariotipo ancestral y que la tendencia cariotípica a la reducción del número diploide y al incremento en el número fundamental puede considerarse como una característica derivada.

Esta generalización surgió de estudios de una variedad de múridos incluidos roedores de los géneros *Microtus* (Matthey, 1973), *Neotoma* (Baker y Mascarello, 1969; Mascarello *et al.*, 1974; Koop *et al.*, 1985), *Peromyscus* (Bowers *et al.*, 1973; Pathak *et al.*, 1973; Lawlor, 1974; Lee y Elder, 1977, Yates *et al.*, 1979; Robins y Baker, 1981), *Sigmodon* (Zimmerman, 1970), *Phyllotis* (Pearson y Patton, 1976) y *Oryzomys* (Gardner y Patton, 1976; Kerridge y Baker, 1990).

Con base en el análisis de estos trabajos Carleton y Myers (1979) propusieron que el cariotipo ancestral en el género *Reithrodontomys* podría parecerse al que presentan *R. creper* y *R. mexicanus*, ambos miembros del subgénero *Aporodon*, con $2n=52$ cromosomas acrocéntricos.

Más tarde Robbins y Baker (1980) con el análisis de bandas C y G de especies de *Baiomys* (Lee y Elder, 1977; Yates *et al.*, 1979), *Onychomys* (Baker *et al.*, 1979; Baker y Barnett, 1981), *Peromyscus* (Baker y Mascarello, 1969; Mascarello *et al.*, 1974; Bowers *et al.*, 1973; Greenbaum y Baker, 1978) y *Reithrodontomys* (Shellhammer, 1967; Carleton y Myers, 1979) sugirieron que la condición primitiva del cariotipo para el linaje de los Peromyscinidos tendría un número diploide alto,

$2n=48$, 50 ó 52 elementos acrocéntricos. También propusieron que la condición derivada generalmente se presentaba como un incremento en el número de elementos birrámeos resultado de inversiones pericéntricas, adiciones de brazos heterocromáticos y fusiones céntricas.

Estas consideraciones permitieron a Robbins y Baker, (1980) proponer a *Reithrodontomys fulvescens* de una población de Texas como la especie con el cariotipo primitivo, con $2n=50$ cromosomas acrocéntricos y heterocromatina restringida a la región centromérica. Esta propuesta surge de las comparaciones hechas por esos autores de cariotipos con bandas G, en los que *R. fulvescens* presentó más regiones eucromáticas que especies de los géneros *Baiomys*, *Onychomys* y *Peromyscus*.

Cabe mencionar que en este mismo trabajo los autores describieron un citotipo de *R. fulvescens* de poblaciones de Durango, México con un par heteromórfico en el que el elemento birrámeo tenía el brazo corto heterocromático.

Posteriormente Engstrom *et al.*, (1981) describieron otro citotipo para *R. fulvescens* de poblaciones de Aguascalientes, Puebla y Tamaulipas con $2n=50$ y $NF=49$, con un par autosómico heteromórfico, es decir, uno de los miembros fue metacéntrico con el brazo corto heterocromático y el otro acrocéntrico; los cromosomas sexuales fueron el X metacéntrico en algunos individuos y submetacéntrico en otros, con los brazos cortos heterocromáticos, y el Y acrocéntrico pequeño en todos los casos (Figura 14).

Debido a que *R. mexicanus* de las poblaciones de Puebla, Veracruz, Hidalgo y Oaxaca presentó un cariotipo muy similar al propuesto como el primitivo por Carleton y Myers, (1979) y por Robbins y Baker, (1980), en este trabajo se comparó el cariotipo de *R. mexicanus* con los descritos para *R. fulvescens* por Robbins y Baker, (1980) y Engstrom *et al.*, (1981), para determinar cuál de las dos especies presenta el cariotipo más primitivo del género *Reithrodontomys*.

Para efectos de esta comparación, se emplearon los cariotipos de estas especies con tinción convencional de Giemsa, bandas C y bandas G (Figuras 14, 15 y 16).

Tomando en cuenta sólo la morfología de los cromosomas, es decir, la tinción convencional con Giemsa, se puede observar que *R. mexicanus* y *R. fulvescens* difieren en la presencia de un par heteromórfico (par 12) con un cromosoma metacéntrico y otro acrocéntrico, y en la forma del cromosoma X que es metacéntrico o submetacéntrico en *R. fulvescens* (Tabla 6 y Figura 15A).

Del análisis de bandas C con el cariotipo descrito para *R. fulvescens* por Robbins y Baker, (1980), podemos observar que la heterocromatina está restringida a la región centromérica en las dos especies, mientras que en *R. mexicanus* además hay un fragmento heterocromático intercalar en el cromosoma X (Figura 15B).

En el cariotipo de *R. fulvescens* con bandas C descrito por Engstrom *et al.*, (1981) se pueden observar los brazos cortos heterocromáticos de los cromosomas X y del cromosoma birrámeo del par heteromórfico (Figura 14).

Al comparar el cariotipo con bandas G de *R. mexicanus* descrito en este trabajo con el de *R. fulvescens* de una población de Texas, (Robbins y Baker, 1980) se observa que en los 24 pares de cromosomas autosómicos de ambas especies hay diferencias en el número de bandas presentes en 5 pares: 3, 4, 5, 6, y 11 y también en la posición de las bandas únicas de los pares 7, 12 y 24. El cromosoma Y en *R. fulvescens* es grande, heterocromático casi en su totalidad, y en *R. mexicanus* es completamente heterocromático y pequeño (Tabla 6) (Figuras 15C y 16).

Del análisis de los caracteres cariotípicos, $2n$, NF, morfología de los cromosomas autosómicos y sexuales, bandas C y bandas G (Tabla 6) se puede observar que, si bien el número diploide es $2n=50$ en las dos especies, los tres citotipos de *R. fulvescens* (Robbins y Baker, 1980; Engstrom *et al.*, 1981) tienen cromosomas birrámeos, cuya presencia eleva el número fundamental en dos de los citotipos, condición que Carleton y Myers, (1979), consideran como una condición derivada.

La presencia de una banda heterocromática intercalar en el cromosoma X de *R. mexicanus* y los brazos heterocromáticos de *R. fulvescens* permiten proponer que posiblemente hayan ocurrido rearrreglos del tipo de adición de heterocromatina en ambas especies, lo cual también es un carácter derivado según Robbins y Baker, (1980).

<i>R. mexicanus</i>		<i>R. fulvescens</i>		
Localidad	Puebla, Veracruz, Hidalgo y Oaxaca	Texas	Durango	Aguascalientes, Puebla y Tamaulipas
Autores	Presente trabajo	Robbins y Baker (1980)		Engstrom <i>et al.</i> , (1981)
2n	50	50	50	50
NF	48	48	49	49
Autosomas Monorrámeos	48	48	47	47
Autosomas Birrámeos	0	0	1	1
Sexual X	Acrocéntrico	Metacéntrico	¿?	Metacéntrico y Submetacéntrico
Sexual Y	Acrocéntrico	Acrocéntrico	¿?	Acrocéntrico
Bandas C	Centrómeros y una banda intercalar en X	p de X	Brazo corto	Brazo corto
Bandas G	Pares con diferencias en el Número de bandas G.			
Pares	<i>R. mexicanus</i>		<i>R. fulvescens</i>	
3	4		5	
4	4		5	
5	2		3	
6	2		3	
11	1		2	
Y	Heterocromático pequeño.		Casi todo heterocromático grande	
Pares con diferencia en la posición de la única banda G presente en ellos.				
	<i>R. mexicanus</i>		<i>R. fulvescens</i>	
7	1 (cerca del centrómero)		1 (telómero)	
12	1 (telómero)		1 (Intercalar)	
24	1 (cerca del centrómero)		1 (telómero)	

Tabla 6. Comparación de los caracteres cromosómicos de *R. mexicanus* y tres citotipos de *R. fulvescens* teñidos convencionalmente y con bandas C y G.

Figura 14. Cariotipo de *Reithrodontomys fulvescens* con tinción de bandas C descrito por Engstrom *et al.*, (1981). Se señalan los cromosomas birrámeos con los brazos cortos heterocromáticos.

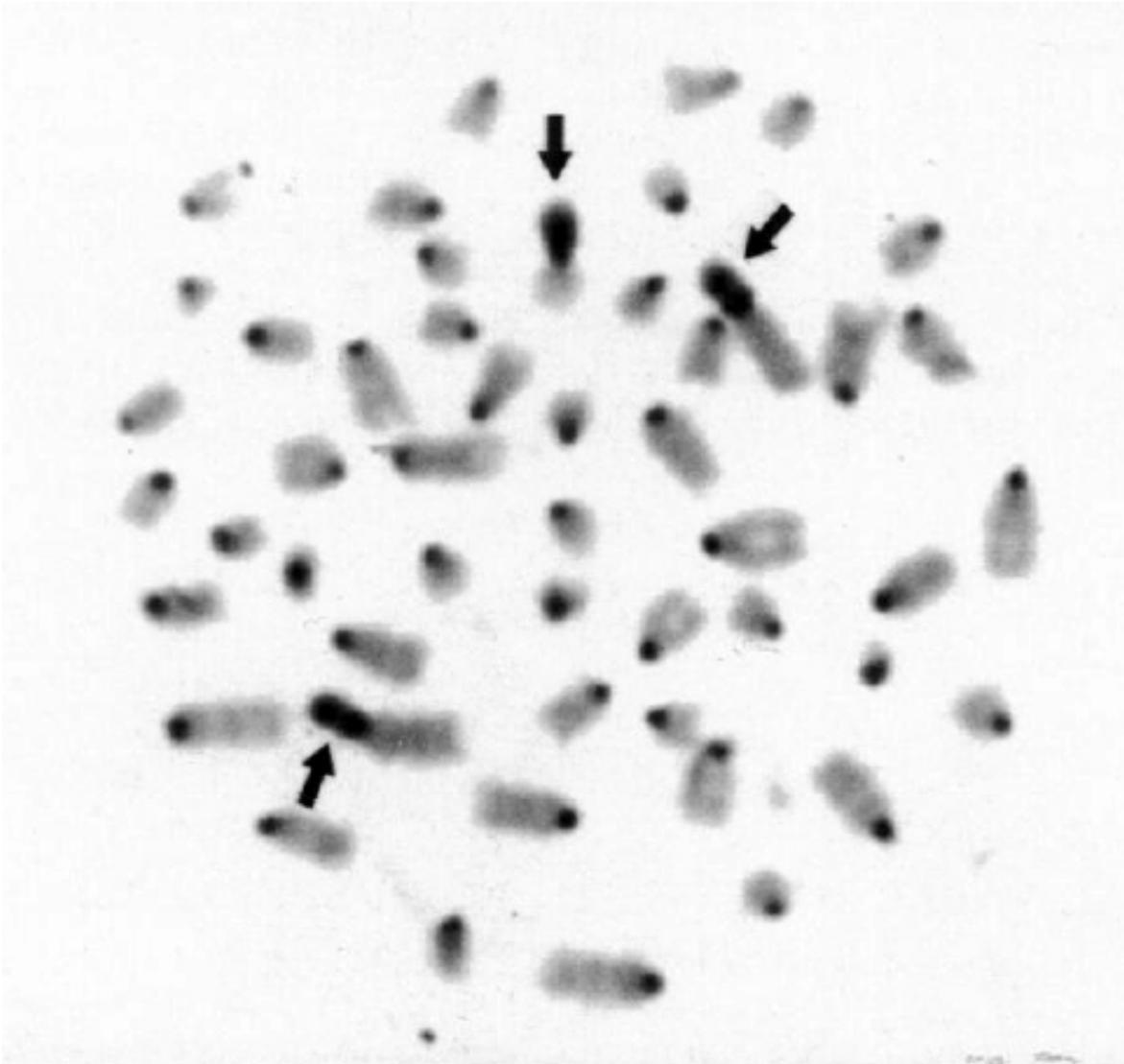


Figura 15. Comparación de los cariotipos de *Reithrodontomys mexicanus* (1) y *Reithrodontomys fulvescens* (2) con tinción: **A)** convencional de Giemsa (Engstrom *et al.*, 1981), **B)** de bandas C (Robbins y Baker, 1980) y **C)** de bandas G (Robbins y Baker, 1980). En el cariotipo teñido convencionalmente se señalan los pares heteromórficos de *R. fulvescens* (*). Con la tinción de bandas C se aprecia la misma distribución de la heterocromatina en ambas especies y, con las bandas G se observan las diferencias entre los pares 7, 12 y 24 (▲).

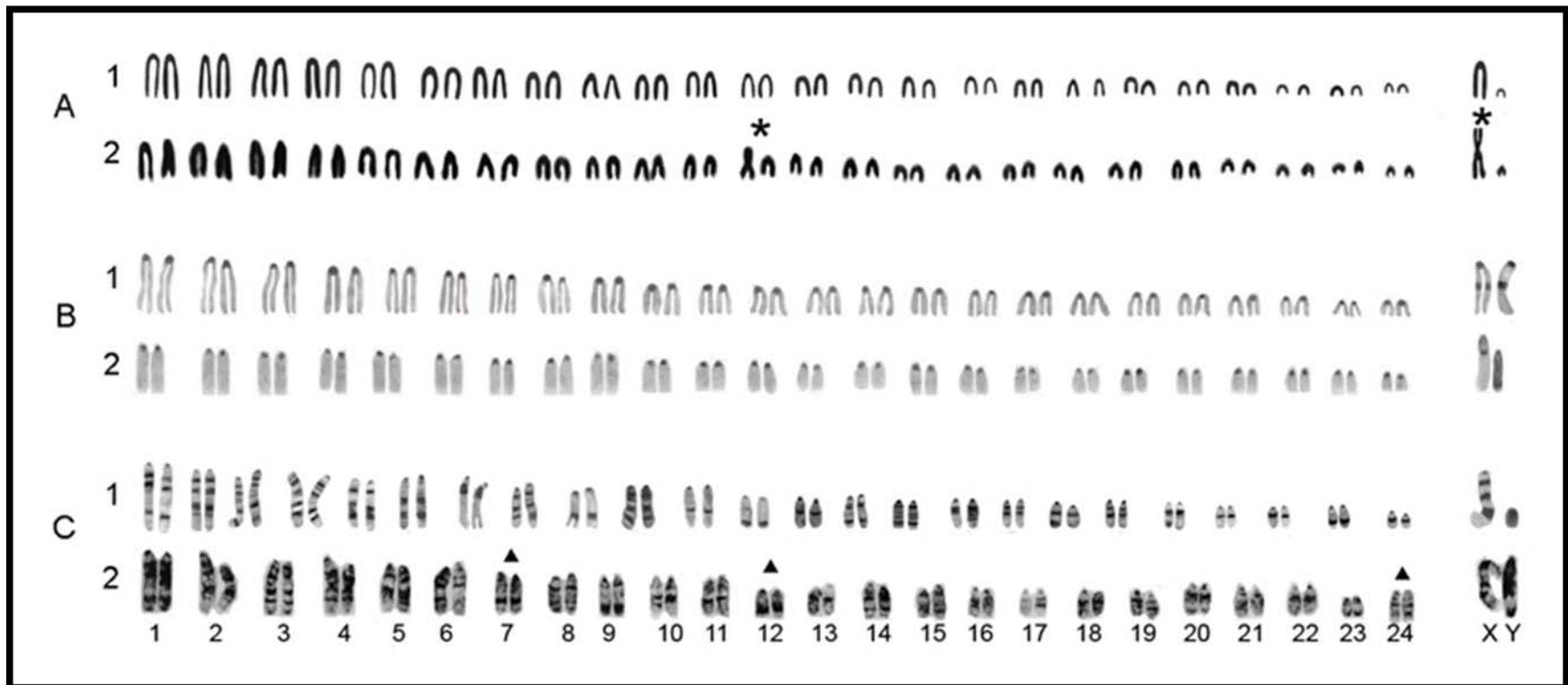
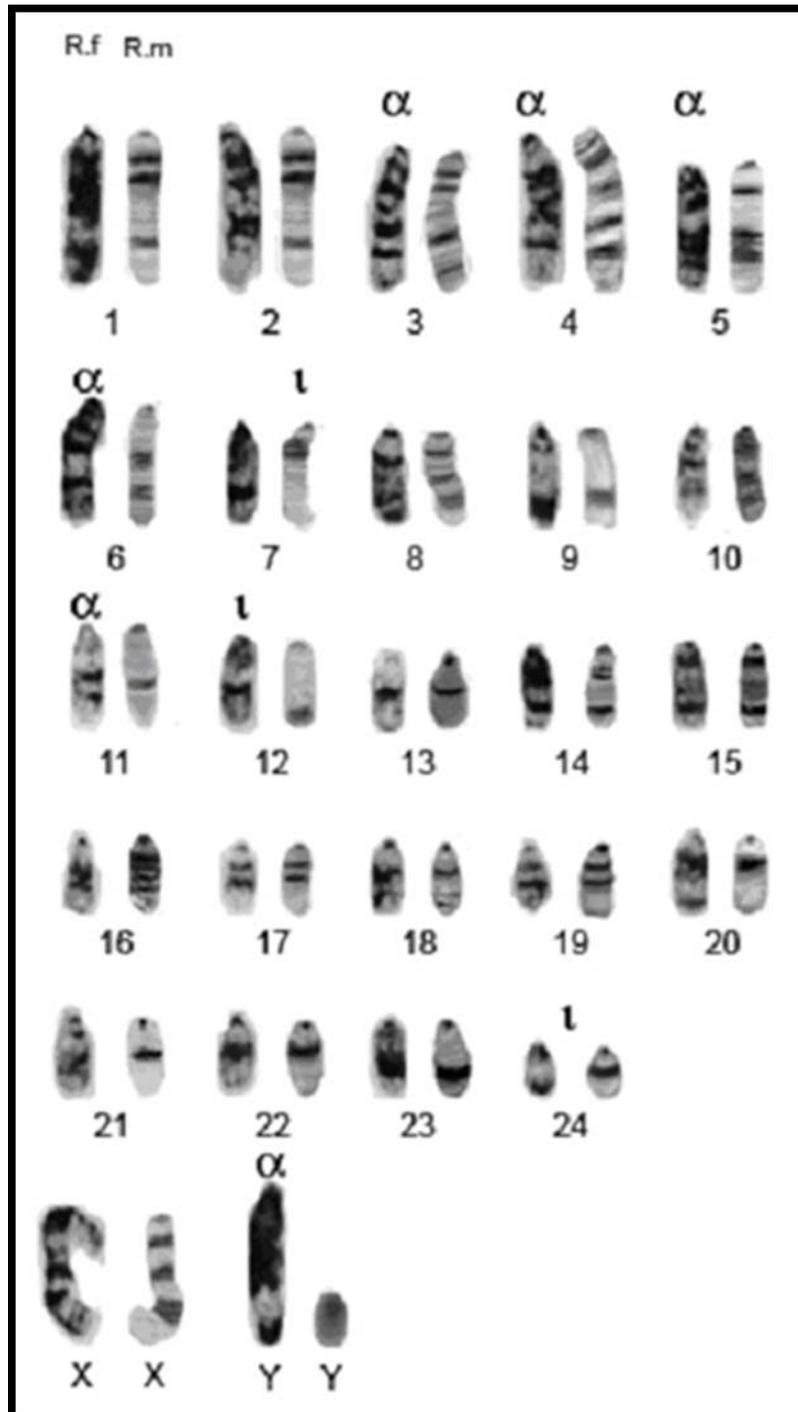


Figura 16. Comparación de los cariotipos de *Reithrodontomys fulvescens* (R.f) (Robbins y Baker, 1980) y *Reithrodontomys mexicanus* (R.m) con tinción de bandas G. Se señalan las posibles adiciones de heterocromatina (α) e inversiones paracéntricas (ι) que pudieron haber ocurrido en *R. fulvescens*.



Las diferencias en el número y la posición de las bandas G permiten suponer que también han ocurrido rearrreglos cromosómicos del tipo de las inversiones y adición de fragmentos pequeños de heterocromatina que constituyen otro carácter derivado tanto para Carleton y Myers (1979) como para Robbins y Baker (1980).

De este análisis se concluye que *R. fulvescens* presenta más caracteres derivados que *R. mexicanus*, por lo que podría considerarse más evolucionado. Esto apoyaría el carácter primitivo del cariotipo de *R. mexicanus* generado en este estudio y que corresponde a las localidades al oeste del Istmo de Tehuantepec.

Para fortalecer la hipótesis del carácter primitivo del cariotipo de *R. mexicanus* de las poblaciones de Oaxaca, Puebla y Veracruz, se estimó necesaria la comparación del patrón de bandas G de esta especie con los de otros géneros de Peromyscinidos emparentados con *Reithrodontomys* que han sido previamente descritos para que, a partir de ella, se pudieran inferir los caracteres cromosómicos derivados en *R. mexicanus* y en *R. fulvescens* y deducir los posibles mecanismos que los originaron.

Se eligieron los cariotipos de las especies: *R. fulvescens*, de la población de Texas (Robbins y Baker, 1980), *Peromyscus melanotis*, (Robbins y Baker, 1981), *Baiomys taylori*, (Yates et al., 1979), y *Onychomys torridus*, (Baker y Barnett, 1981) debido a que el género *Reithrodontomys* está morfológicamente relacionado con esos géneros (Hooper y Musser, 1964) ya que el análisis de proteínas sugiere

que *Reithrodontomys* presentó un ancestro común con ellos (Patton *et al.*, 1981; Koop *et al.*, 1984; Stangl y Baker, 1984; Quimsiyeh y Baker 1988).

Se compararon los patrones de bandas G de estas especies y, si el cariotipo de *R. mexicanus* presentaba un menor número de cambios, entonces se confirmaría que es más primitivo que el de *R. fulvescens* (Tabla 7).

Para realizar esta comparación se establecieron tres criterios: i) Si el patrón de bandas G en un par cromosómico era el mismo en tres o más de estas cinco especies se consideraba como simplesiomórfico, es decir, un carácter primitivo compartido; ii) si el patrón de bandas G de un cromosoma lo presentaban dos de las especies se consideraba una sinapomorfía o carácter derivado compartido iii) si el patrón de bandas G era diferente sólo en una especie se consideraba como autapomorfía o novedad evolutiva (Tabla 7).

En la misma Tabla 7 se presentan el número y la posición de bandas G de cada par cromosómico de las cinco especies. Se observa que *R. mexicanus* comparte más caracteres con las especies de otros géneros que con *R. fulvescens*.

Las diferencias entre los cromosomas 3, 4 y 6 de *R. mexicanus* y *R. fulvescens* pueden considerarse como apomorfías para *R. fulvescens*, es decir, caracteres derivados. Las que se observan entre los pares 5 y 11 de estas mismas especies pudieran ser sinapomorfías para *R. fulvescens* ya que la diferencia del par 5 la comparte con *Onychomys torridus* y la del par 11 con *Peromyscus melanotis*.

Posiblemente en *R. fulvescens* hayan ocurrido adiciones de heterocromatina ya que sus cromosomas presentan más bandas G que las otras especies.

La banda del cromosoma 7 de *R. mexicanus* en posición distinta a la de todas las demás especies podría representar una apomorfía. De igual forma, la banda del cromosoma 12 de *R. fulvescens* que también se encuentra en una posición diferente constituiría una apomorfía para esta otra especie. Es probable que en estos dos pares hayan ocurrido inversiones paracéntricas. La diferencia en la posición de la banda del par 24 no puede explicarse debido a que en las otras especies sólo hay 23 pares de cromosomas.

Estos resultados apoyan la hipótesis de que el cariotipo de *R. mexicanus* de las poblaciones de Oaxaca, Puebla y Veracruz es más primitivo que el de *R. fulvescens* ya que *R. mexicanus* sólo presenta un carácter apomórfico mientras que en *R. fulvescens* se encontraron cuatro caracteres apomórficos además de dos sinapomórficos.

Con estos elementos, al comparar el cariotipo primitivo conformado por 50 cromosomas acrocéntricos y la heterocromatina restringida a la región centromérica (Carleton y Myers, 1979), con el de *R. mexicanus* de este trabajo y los de *R. fulvescens* (Robbins y Baker, 1980; Engstrom *et al.*, 1981), se observa que el primero se acerca más a la condición primitiva debido a que difiere únicamente en la posición de la banda G del par 7 en tanto que, el de *R. fulvescens* presenta al menos ocho diferencias debidas posiblemente a cinco

adiciones de heterocromatina intercalar, dos adiciones de heterocromatina que constituyeron los brazos cortos de los pares heteromórficos (en los citotipos en los que se encuentran) y una inversión paracéntrica. Por lo tanto, la probabilidad de que éste pueda ser considerado como el cariotipo primitivo es baja.

Par	<i>R. mexicanus</i>	<i>R. fulvescens</i>	<i>Peromyscus melanotis</i>	<i>Baiomys taylori</i>	<i>Onychomys torridus</i>	Caracter <i>R. mexicanus</i>	Caracter <i>R. fulvescens</i>
1	3	3	3	3	3		
2	3	3	2	2	2		
3	4	5	4	4	4	simplesiomorfico	apomórfico
4	4	5	4	3	4	simplesiomorfico	apomórfico
5	2	3	2	2	3	simplesiomorfico	sinapomórfico
6	2	3	2	2	2	simplesiomorfico	apomórfico
7	1 (cerca del centrómero)	1 (telómero)	1 (telómero)	1 (telómero)	1 (telómero)	apomórfico	simplesiomorfico
8	3	3	3	2	3		
9	1	1	1	2	1		
10	3	3	3	2	1		
11	1	2	2	1	1	simplesiomorfico	sinapomórfico
12	1 (telómero)	1 (Intercalar)	1 (telómero)	1 (telómero)	1 (telómero)	simplesiomorfico	apomórfico
13	1	1	2	1	1		
14	2	2	2	2	2		
15	2	2	2	2	2		
16	1	1	1	1	1		
17	2	2	2	2	2		
18	2	2	2	2	2		
19	2	2	2	2	2		
20	2	2	2	2	2		
21	1	1	1	1	2		
22	1	1	1	1	1		
23	1	1	1	1	1		
24	1 (cerca del centrómero)	1 (telómero)	---	---	---		
X	3	3	---	Todo el brazo q	3		
Y	Heterocromático (Pequeño)	Heterocromático (Grande)	---	---	---		

Tabla 7 Comparación de bandas G de *R. mexicanus*, *R. fulvescens* (Robbins y Baker, 1980), *Peromyscus melanotis* (Robbins y Baker, 1981), *Baiomys taylori* (Yates et al., 1979) y *Onychomys torridus* (Baker y Barnett, 1981) deducción de caracteres cromosómicos derivados.

5.1.1.2 *Reithrodontomys microdon*

De *R. microdon* se colectaron cuatro ejemplares, tres en la localidad de Zacualpan, Estado de México y uno más en Mil Cumbres, Michoacán; de todos estos individuos se analizaron un total de 110 mitosis. El número modal obtenido fue $2n=52$, y el $NF=50$ brazos, con todos los cromosomas acrocéntricos, el cromosoma X grande y el Y pequeño. Uno de los individuos colectados en la localidad de Zacualpan, Estado de México presentó un cromosoma B en su cariotipo. (Figuras 17 y 18) (Apéndice 5).

En esta especie las bandas C estuvieron restringidas a la región centromérica, sólo el cromosoma 1 presentó dos bandas de heterocromatina intercalar y el cromosoma B fue completamente heterocromático. El cromosoma X presentó cromatina en el centrómero y una banda intercalar; mientras que, en el Y la heterocromatina estuvo restringida a la región centromérica (Figuras 19 y 20).

Figura 17. Citotipos de *Reithrodontomys microdon* de: **A)** Mil Cumbres, Michoacán $2n=52$ y $NF=50$ y **B)** Zacualpan, Edo. de México $2n=52+1B$ y $NF=51$.

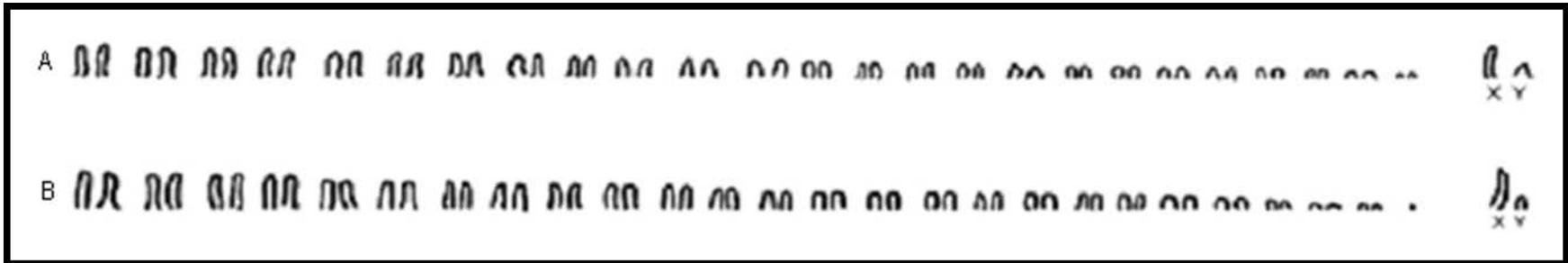


Figura 18. Ideograma del cariotipo de *R. microdon* con todos los cromosomas acrocéntricos.

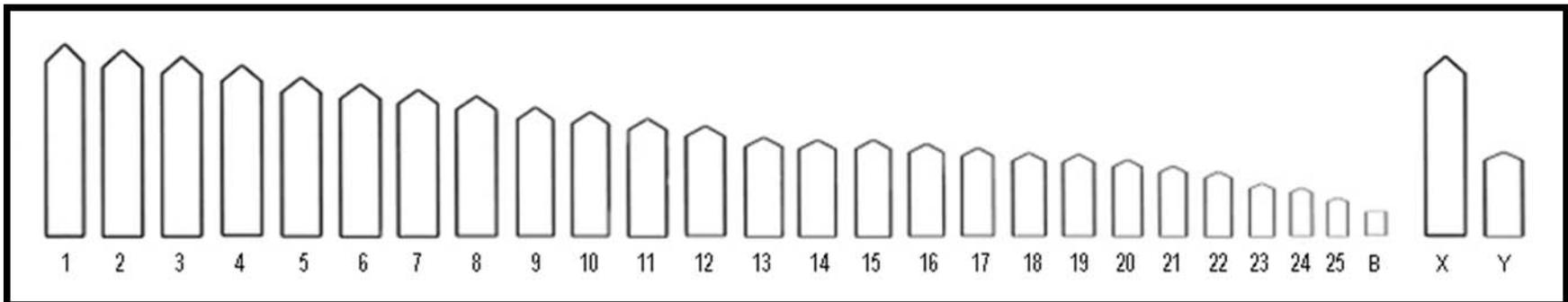
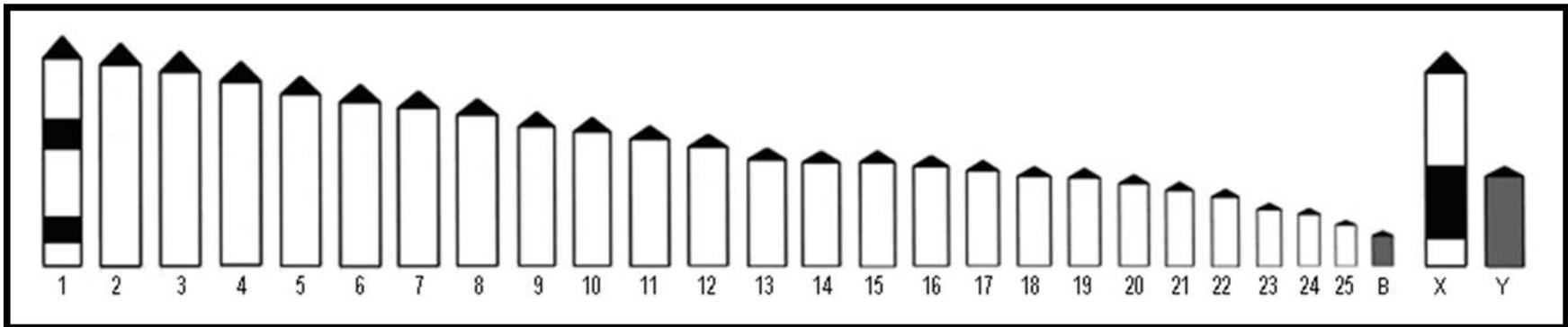


Figura 19. Cariotipo de *Reithrodontomys microdon* de Zacualpan, Edo. de México con tinción diferencial de bandas C.



Figura 20. Ideograma de *Reithrodontomys microdon* de Zacualpan, Edo. de México con tinción diferencial de bandas C.



En este trabajo se describe por primera vez la presencia de cromosomas B en especies del subgénero *Aporodon*, ya que éstos se habían descrito sólo en el género *Reithrodontomys*, en la especie *R. megalotis*. Existen evidencias de que en ésta se han originado como resultado de fisiones céntricas en las que, al romperse un cromosoma birrámeo, queda un fragmento de centrómero libre del cual se empiezan a replicar fragmentos repetitivos de ADN, que sufren una heterocromatinización y forman el cromosoma B (Blanks y Shellhammer, 1968; Müntzing, A. 1974; Patton, 1977; Peppers *et al.*, 1997a; Camacho *et al.*, 2000). Es probable que se originen de esta misma forma en *R. microdon*.

Con excepción de la presencia del cromosoma B, la descripción del cariotipo de *R. microdon* es idéntica a la de *R. gracilis* (Carleton y Myers, 1979), *R. creper* (Carleton y Myers, 1979; Hood *et al.*, 1984) y a la reportada antes de este trabajo para *R. mexicanus* de la población de Chiapas (Carleton y Myers, 1979; Rogers *et al.*, 1983), lo cual confirma el conservadurismo cromosómico del subgénero *Aporodon*.

5.1.1.3 *Reithrodontomys tenuirostris*

Del único ejemplar colectado de *R. tenuirostris* en Tzontehuitz, Chiapas, se analizaron 26 mitosis, el número modal fue de 52 cromosomas acrocéntricos y NF=50. El cromosoma X es grande y el Y pequeño (Figuras 21 y 22) (Apéndice 6).

Este cariotipo es idéntico al de una hembra colectada en el cerro Mozotal, Chiapas que fue descrito por Rogers (1983). La aportación de este trabajo es la descripción del cromosoma Y. Al igual que en la mayoría de las especies de este subgénero el cariotipo es altamente conservador.

Figura 21. Cariotipo de *Reithrodontomys tenuirostris* de Zontehuitz, Chiapas, $2n=52$ y $NF=50$.

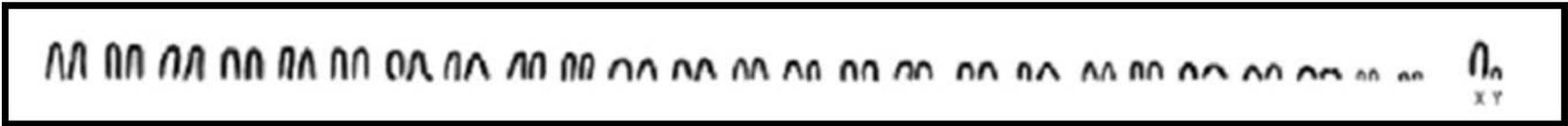
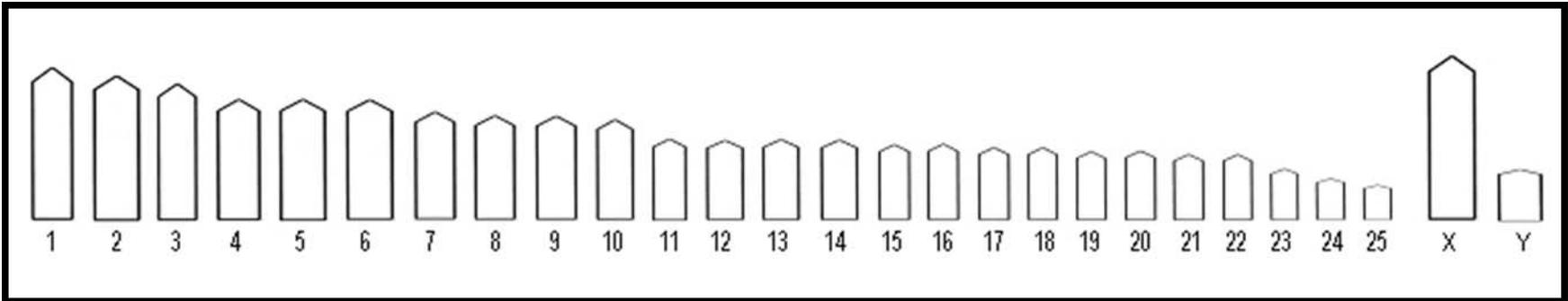


Figura 22. Ideograma de *Reithrodontomys tenuirostris* de Zontehuitz, Chiapas, con todos los cromosomas acrocéntricos.



El análisis de los cariotipos con tinción convencional, bandas C y G permitió concluir que:

- Se describe un nuevo citotipo de *R. mexicanus* para las poblaciones de Puebla, Veracruz, Hidalgo y Oaxaca.
- Se confirma que existe variación cromosómica a lo largo de la distribución de *R. mexicanus*.
- Se describen por vez primera los patrones de bandas C y G de *R. mexicanus* de localidades de Puebla, Veracruz y Oaxaca.
- Con el análisis de los caracteres cariotípicos como $2n$, NF, bandas C y G de *R. mexicanus* y *R. fulvescens* se confirma que *R. mexicanus* de las poblaciones de Puebla, Veracruz y Oaxaca presenta un cariotipo más primitivo que el de *R. fulvescens*.
- Se descarta la propuesta de Robbins y Baker (1980) de que el cariotipo de *R. fulvescens* sea el más cercano a la condición primitiva.
- Se describe por primera vez el cariotipo para *R. microdon* de las poblaciones de Michoacán y Estado de México.
- Por vez primera se describen cromosomas B para una especie del subgénero *Aporodon*.
- Los cariotipos de *R. microdon*, *R. tenuirostris*, *R. gracilis* y *R. creper* son altamente conservadores.

5.1.2 Subgénero *Reithrodontomys*

5.1.2.1 *Reithrodontomys megalotis*

De *R. megalotis* se trabajó con 17 ejemplares provenientes de tres poblaciones pertenecientes al estado de Puebla: El Rancho, Cuahutlamingo y Alhuaca.

Los resultados se presentan en el siguiente orden: por la ubicación geográfica de las poblaciones de Norte a Sur y dentro de las poblaciones de mayor a menor número diploide. Se describen primero los cariotipos con tinción de Giemsa, después los de bandas C y finalmente los de bandas G.

Población de El Rancho, Puebla

De los siete ejemplares de *R. megalotis* colectados en esta localidad se contó un total de 373 mitosis y se obtuvieron dos números diploides $2n= 40$ y 41 (Tabla 8). Además de la variación en el número diploide se registraron cambios en la morfología de los cromosomas por lo que a continuación se describen los seis citotipos encontrados en esta población.

No. individuos	No. mitosis contadas	No. modal
1	68	41
4	305	40

Tabla 8. Números cromosómicos más frecuentes encontrados entre los ejemplares de *R. megalotis* colectados en El Rancho, Puebla.

En el citotipo 1 el número diploide fue $2n=40$ y $NF=76$, con 16 pares de cromosomas metacéntricos y tres submetacéntricos el 1, 2 y 3, el X metacéntrico y el Y submetacéntrico (Figuras 23 y 24) (Apéndice 7).

Las bandas G en este cariotipo se encontraron en la región centromérica de los pares 3 a 19; como una banda intercalar en los brazos p de los cromosomas 1, 2, 7 y 12; en el brazo q los pares 5, 6, 12 y 14 la presentaron también intercalar y los pares 1 y 2 dos bandas en el mismo brazo largo. El cromosoma X mostró tres regiones G (+): en la región centromérica, una banda intercalar en el brazo p y en el telómero del brazo q; el Y tuvo una en el telómero del brazo q (Figuras 25 y 26).

Figura 23. Citotipo 1 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla $2n=40$ y $NF=76$.

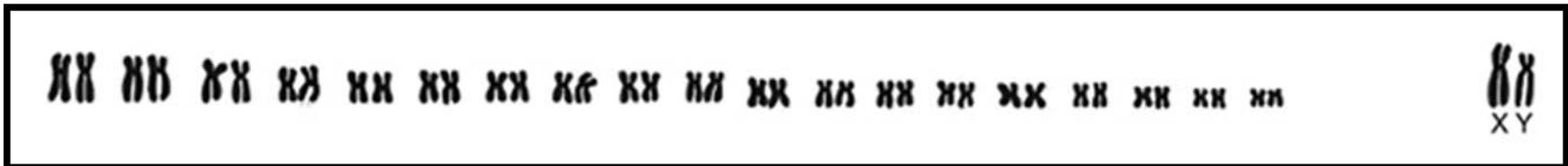


Figura 24. Ideograma del citotipo 1 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla con 32 metacéntricos, seis submetacéntricos, el X metacéntrico y el Y submetacéntrico.

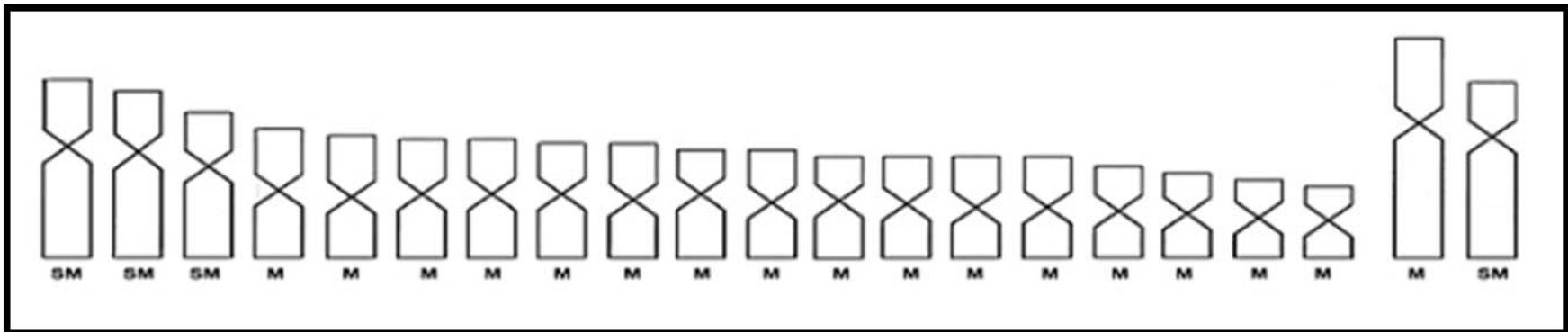
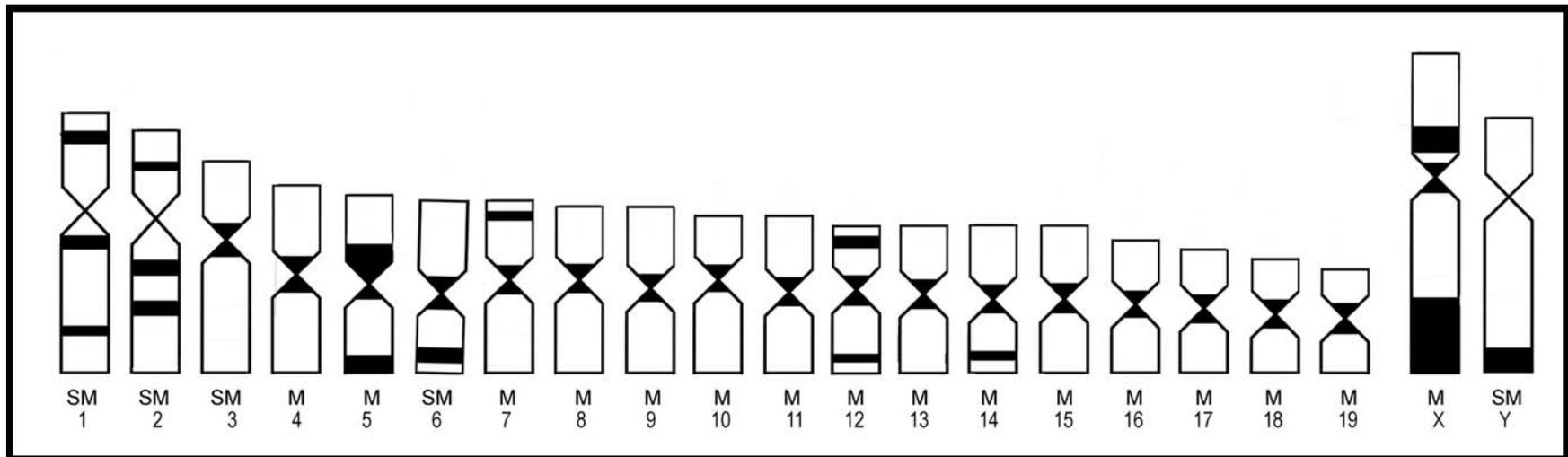


Figura 25. Citotipo 1 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



Figura 26. Ideograma del citotipo 1 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



El citotipo 2 es de un ejemplar hembra con $2n=40+1$ y $NF=76+1$ brazos, 18 pares metacéntricos, un submetacéntrico, el cromosoma 3; el X fue submetacéntrico y además este individuo presentó un cromosoma B (Figuras 27 y 28) (Apéndice 8).

Las preparaciones con tinción diferencial de este ejemplar mostraron bandas G en la región centromérica en los cromosomas 3 a 19; una banda intercalar en el brazo q del cromosoma 1, mientras que el par 2 mostró dos intercalares en este mismo brazo y el par 7 presentó una banda en la región telomérica del brazo p. En el cromosoma X se observaron dos bandas intercalares una en el brazo q y otra en el brazo p (Figuras 29 y 30).

Figura 27. Citotipo 2 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla $2n=40+1B$ y $NF=77$.



Figura 28. Ideograma del citotipo 2 de *R. megalotis* con 36 metacéntricos, dos submetacéntricos, X submetacéntrico y un cromosoma B.

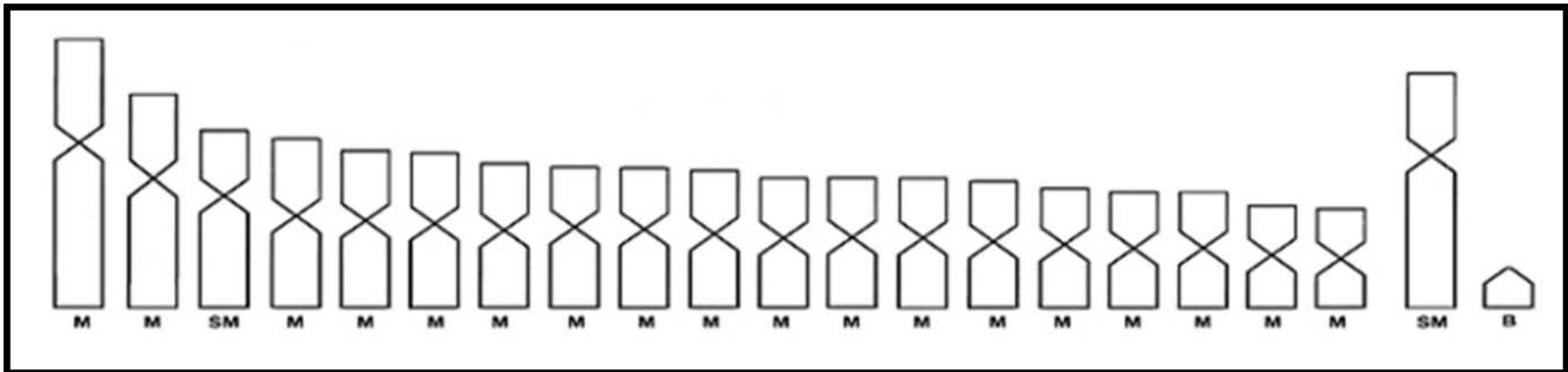
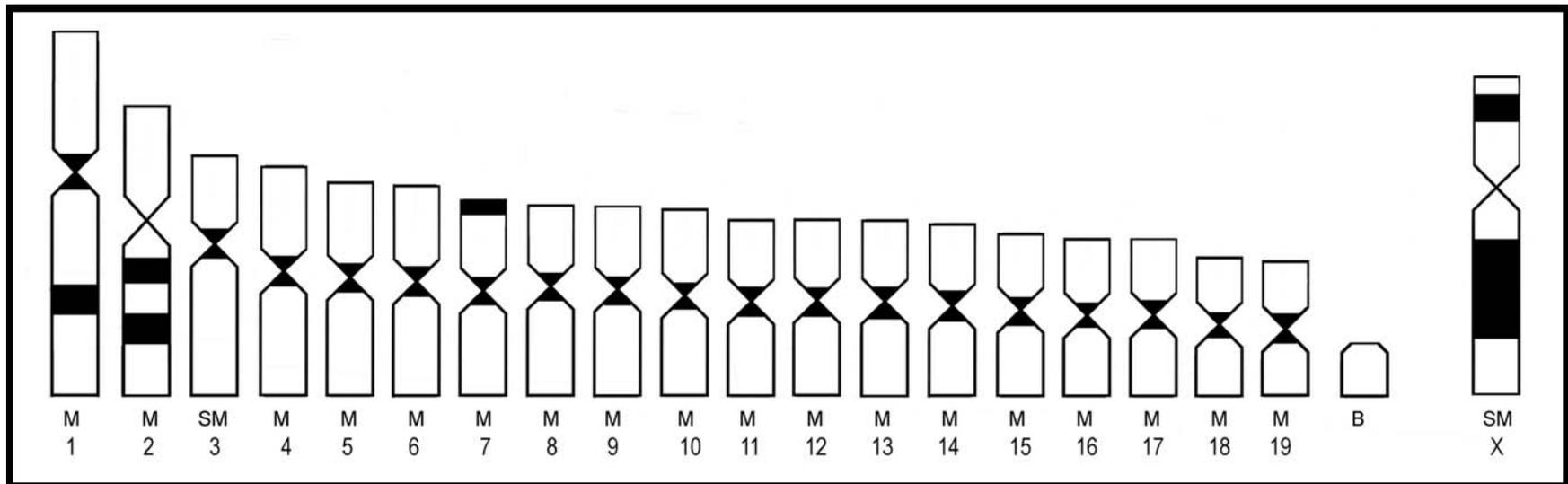


Figura 29. Citotipo 2 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



Figura 30. Ideograma del citotipo 2 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



El citotipo 3 estuvo constituido por $2n=40$ y $NF=76$, con 16 pares metacéntricos, dos submetacéntricos (pares 2 y 8), un subtelocéntrico (par 1); el X e Y fueron submetacéntricos (Figuras 31 y 32) (Apéndice 9).

En este ejemplar las bandas G se observaron en la región centromérica de los cromosomas 3 a 19, una intercalar en el brazo p del cromosoma 2; en el brazo q, el par 7 presentó una banda intercalar y los pares 1 y 2 dos. En el cromosoma X se encontró una intercalar en el brazo p y otra más en el brazo q; en el Y se observó en la región centromérica (Figuras 33 y 34).

Figura 31. Citotipo 3 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla $2n=40$ y $NF=76$.

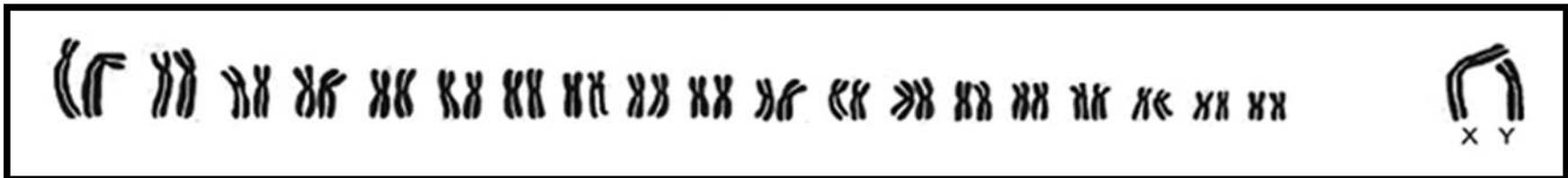


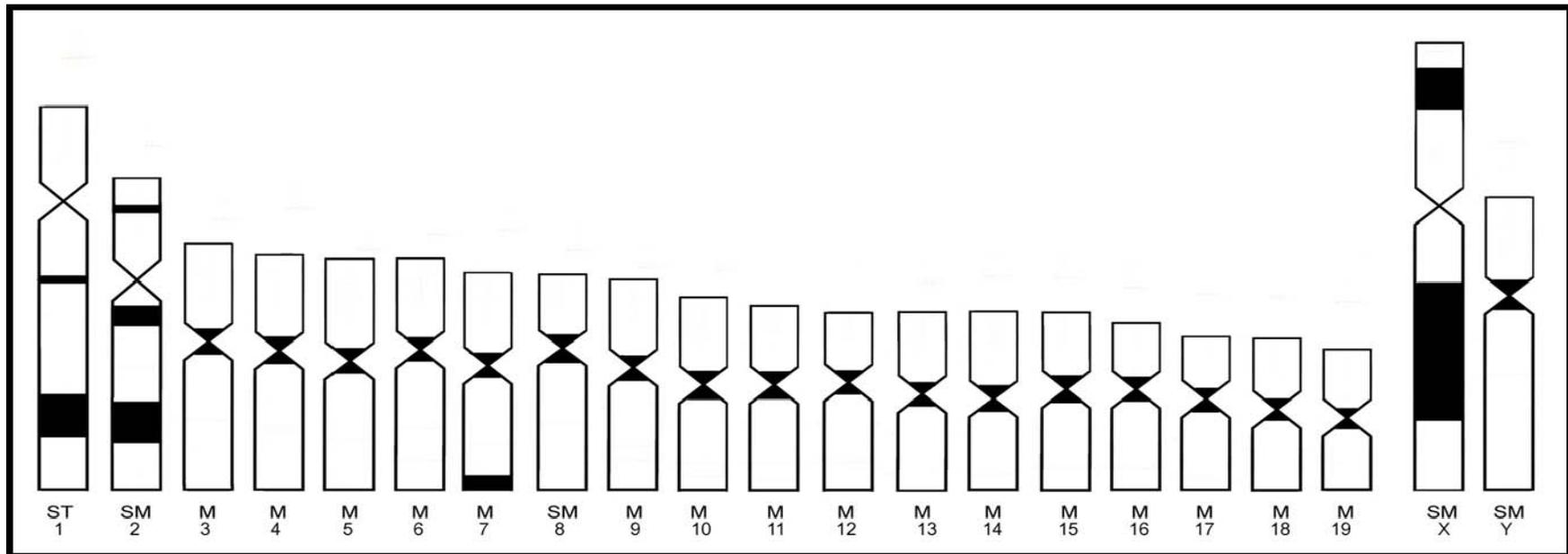
Figura 32. Ideograma del citotipo 3 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla con 32 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, dos subtlocéntricos, el X submetacéntrico y el Y submetacéntrico.



Figura 33. Citotipo 3 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



Figura 34. Ideograma del citotipo 3 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



El citotipo 4 presentó $2n=40$ y $NF=76$, todos los cromosomas, autosomas y sexuales, metacéntricos (Figuras 35 y 36) (Apéndice 10).

Figura 35. Citotipo 4 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla $2n=40$ y $NF=76$.

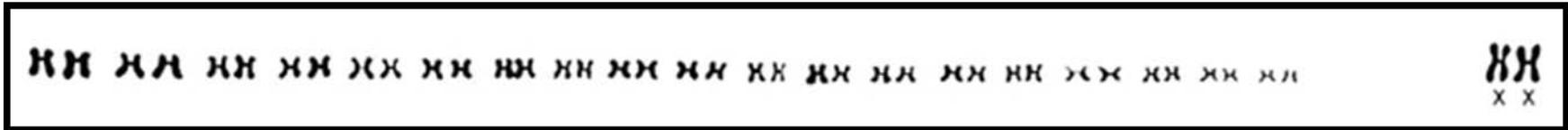
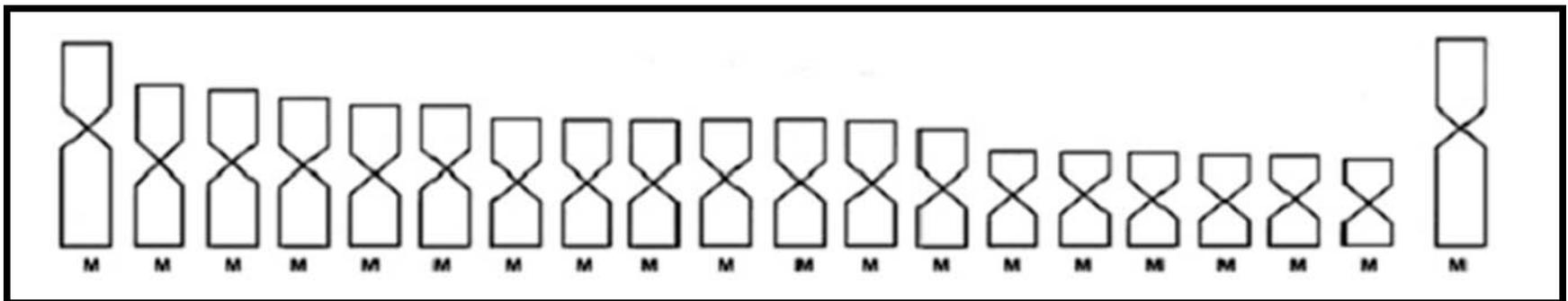


Figura 36. Ideograma del citotipo 4 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla con 38 metacéntricos y el X metacéntrico.



El citotipo 5 tuvo $2n=40$ y $NF=76$ brazos, 16 pares de cromosomas metacéntricos y tres submetacéntricos el 1, 2 y 3; el cromosoma X fue metacéntrico y el Y acrocéntrico (Figuras 37 y 38) (Apéndice 11).

De este ejemplar se obtuvieron preparaciones con tinción de bandas C en las que se observó la heterocromatina en varias posiciones: en la región centromérica en los cromosomas 1, 2, 10, 11, 13, 15, y 1; intercalar en los brazos p de los pares 4 y 5 y en el brazo q del cromosoma 5; constituyendo a los brazos q completamente heterocromáticos de los pares 3, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 16, 17 y 19; el cromosoma X presentó heterocromatina en la región centromérica e intercalar en el brazo q y el cromosoma Y en la región centromérica y en el telómero (Figuras 39 y 40).

El material cromosómico de este espécimen permitió tener también preparaciones con tinción de bandas G que, como se observa en las Figuras 41 y 42, se encontraron en la región centromérica de los cromosomas 3 a 19; una intercalar en los brazos p de los pares 1, 5 y 7; cinco pares, 2, 5, 6, 9 y 14, presentaron una banda intercalar en el brazo q y el par 1 tuvo dos en ese mismo brazo. El cromosoma X presentó dos intercalares en el brazo q y el Y una banda en el telómero.

Figura 37. Citotipo 5 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla $2n=40$ y $NF=76$.



Figura 38. Ideograma del citotipo 5 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla con 32 metacéntricos, seis submetacéntricos, X metacéntrico y el Y acrocéntrico.

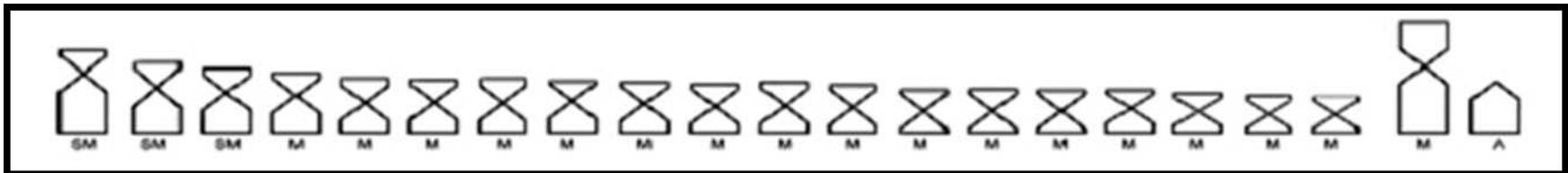


Figura 39. Citotipo 5 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas C de El Rancho, Puebla.



Figura 40. Ideograma del citotipo 5 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas C de El Rancho, Puebla.

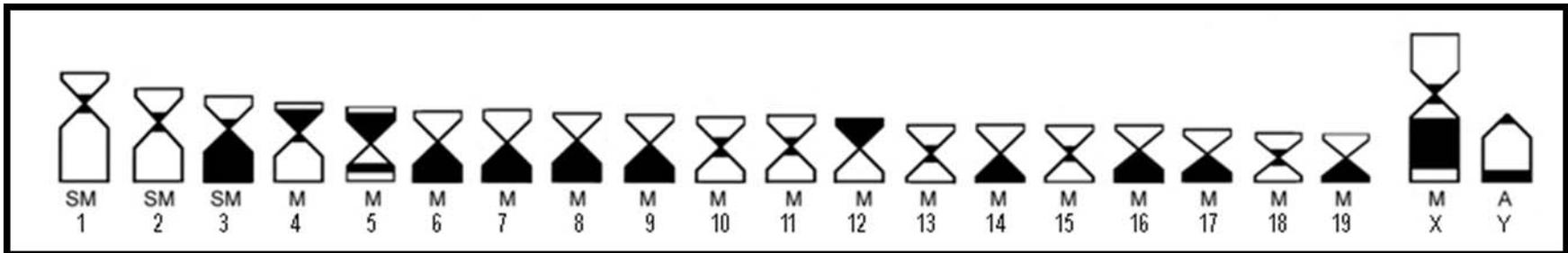
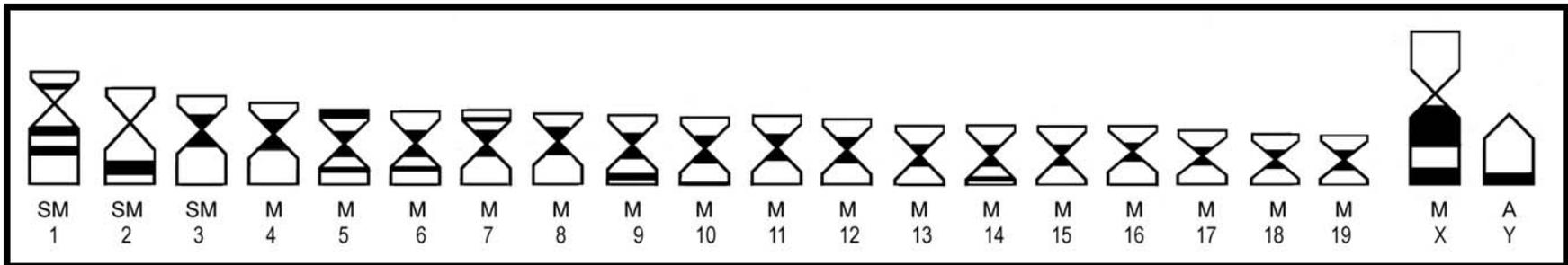


Figura 41. Citotipo 5 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



Figura 42. Ideograma del citotipo 5 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.

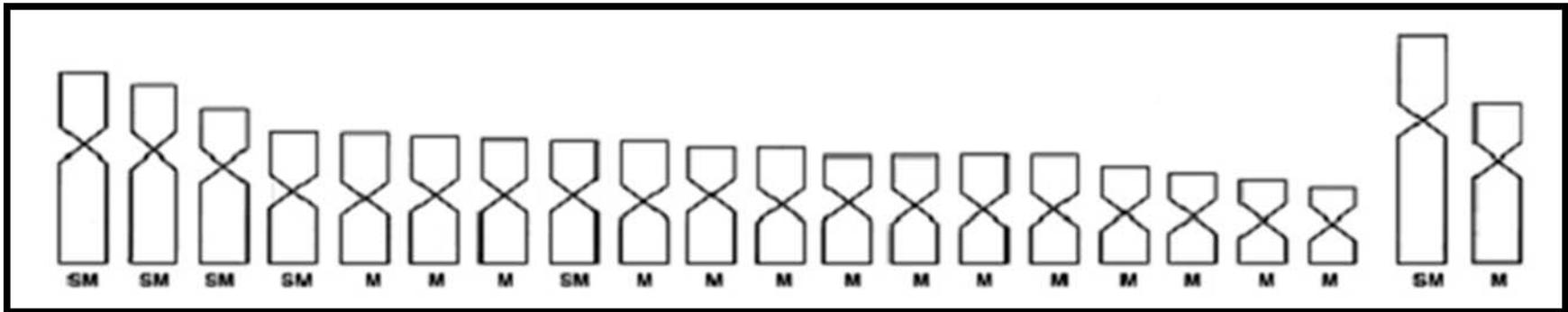


El citotipo 6 estuvo constituido por $2n=40$ y $NF=76$ brazos, 14 pares de cromosomas metacéntricos y cinco submetacéntricos el 1, 2, 3, 4 y 8; el cromosoma X fue submetacéntrico y el Y metacéntrico (Figuras 43 y 44) (Apéndice 12).

Figura 43. Citotipo 6 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla $2n=40$ y $NF=76$.



Figura 44. Ideograma del citotipo 6 de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla con 28 metacéntricos, 10 submetacéntricos X submetacéntrico e Y metacéntrico.



En la Tabla 9 se resumen las características de los seis citotipos descritos para *R. megalotis* de la localidad de El Rancho, Puebla, se puede apreciar un citotipo con $2n=41$ y $NF=76$ debido a la presencia de un cromosoma B, los cuales ya han sido descritos en esta especie en la cual se han encontrado hasta siete cromosomas B en un sólo individuo, causando variación en el número diploide de 41 a 49 cromosomas. Esto se ha observado principalmente en poblaciones con distribución norte, principalmente al sur de Estados Unidos de América (Shellhammer, 1967; Blanks y Shellhammer 1968; Shellhammer, 1969).

Con el fin de determinar cuáles cromosomas de los 6 citotipos descritos tienden a variar más en su morfología, se elaboró la Tabla 10 con los datos que ofrece la tinción convencional.

De esa comparación se observa que los pares más variables fueron el 1, 2, 3, 4, 8 y los sexuales X e Y.

El par 1 en los citotipos 1, 5 y 6 fue submetacéntrico, en el 2 y el 4 metacéntrico y en el 3 subtelocéntrico.

El cromosoma 2 en los citotipos 1, 3, 5 y 6 fue submetacéntrico mientras que en el 2 y el 4 fue metacéntrico.

El par 3 submetacéntrico se encontró en los citotipos 1, 2, 5 y 6 pero en el 4 y el 5, cambió/varió a metacéntrico.

El cromosoma 4 fue metacéntrico en los citotipos 1, 2, 3, 4 y 5 y submetacéntrico en el 6.

El cromosoma 8 en los citotipos 1, 2, 4 y 5 fue metacéntrico mientras que en el 3 y 6 se clasificó como submetacéntrico.

El cromosoma X en los citotipos 1, 4 y 5 fue metacéntrico y submetacéntrico en los citotipos 2, 3 y 6. El cromosoma Y en el citotipo 1 y en el 3 fue submetacéntrico, en el 5 acrocéntrico y en el 6 metacéntrico.

<i>Reithrodontomys megalotis</i>						
Localidad	El Rancho, Puebla					
Citotipos	1	2	3	4	5	6
2n	40	40+1	40	40	40	40
NF	76	77	76	76	76	76
Autosomas						
Monorrámeos	0	0	0	0	0	0
Metacéntricos	32	36	32	38	32	28
Submetacéntricos	6	2	4	0	6	10
Subtelocéntricos	0	0	2	0	0	0
Autosomas						
Birrámeos	38	38	38	38	38	38
Sexual X	M	SM	SM	M	M	SM
Sexual Y	SM	--	SM	--	A	M
#Cromosomas B	0	1	0	0	0	0
Pares que presentan Bandas C (+)						
Centrómero	--	--	--	--	7 pares (1, 2, 10, 11, 13, 15, y 18)	--
Brazo q	--	--	--	--	10 pares (3, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 16, 17, y 19)	--
Intercalar en p	--	--	--	--	2 pares (4 y 5)	--
Intercalar en q	--	--	--	--	1 par (5)	--
Cromosoma X	--	--	--	--	heterocromatina en la región centromérica e intercalar en el brazo q	--
Cromosoma Y	--	--	--	--	en la región centromérica y en el telómero	--
Pares que presentan bandas G (+)						
Centrómero	3 -19	3 -19	3 -19	--	3 -19	--
Intercalar en p (1)	1, 2, 7 y 12	7	2	--	1, 5 y 7	--
Intercalar en q (1)	5, 6, 12 y 14	1	7	--	2, 5, 6, 9, y 14	--
Intercalar en q (2)	1 y 2	2	1 y 2	--	1	--
Cromosoma X						
Centrómero	✓					--
Intercalar en p (1)	✓	✓	✓			
Intercalar en q (1 banda)		✓	✓			
Intercalar en q (2)					✓	
Telómero de q	✓					
Cromosoma Y						
Centrómero			✓			
Intercalar en p (1)		✓				
Intercalar en q (1)		✓				
Telómero de q	✓				✓	

Tabla 9. Resumen de los caracteres cromosómicos de los seis citotipos descritos para *R. megalotis* de la localidad de El Rancho, Puebla.

Citotipos	2n	NF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	B	X	Y
1	40	76	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	---	M	SM
2	40+1	77	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	1	SM	---
3	40	76	ST	SM	M	M	M	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	---	SM	SM
4	40	76	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	---	M	---
5	40	76	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	---	M	A
6	40	76	SM	SM	SM	SM	M	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	---	SM	M

Tabla 10. Resumen de la morfología cromosómica de los seis citotipos de *R. megalotis* de El Rancho, Puebla.

Población de Cuahutlamingo, Puebla

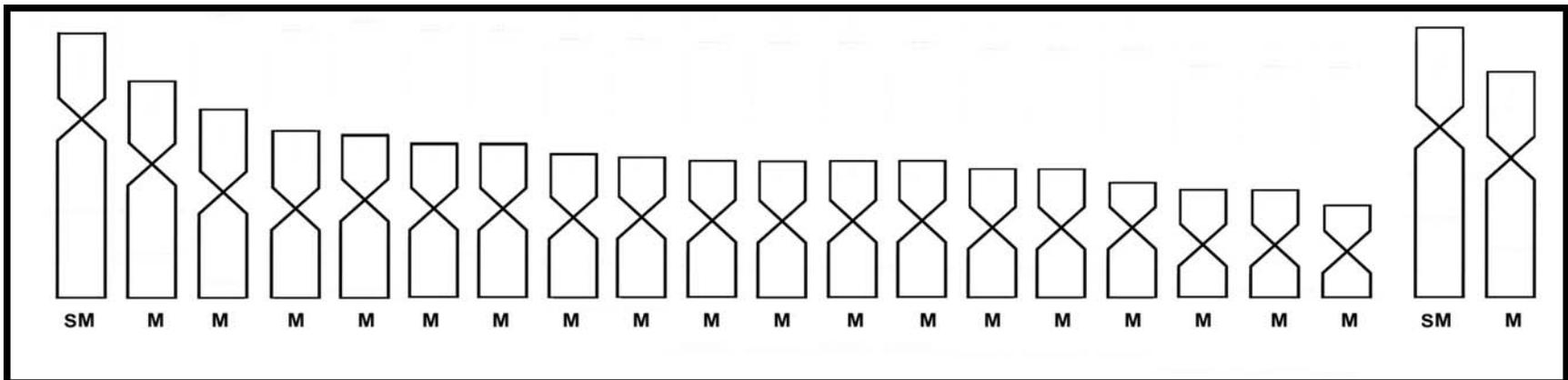
El individuo colectado en la población de Cuahutlamingo, Puebla presentó un cariotipo $2n=40$, $NF=76$, con 18 pares metacéntricos, un submetacéntrico (par 1), el X fue submetacéntrico y el Y metacéntrico (Figuras 45 y 46) (Apéndice 13). No se obtuvieron preparaciones con ningún tipo de bandas.

Es la primera vez que se describe el cariotipo de *R. megalotis* de esta localidad.

Figura 45. Cariotipo de *R. megalotis* de Cuahutlamingo, Puebla. $2n=40$ y $NF=76$.



Figura 46. Ideograma del cariotipo de la especie *R. megalotis* de la población de Cuahutlamingo, Puebla con 36 metacéntricos, dos submetacéntricos, el X submetacéntrico y el Y metacéntrico.



Población de Alhuaca, Puebla

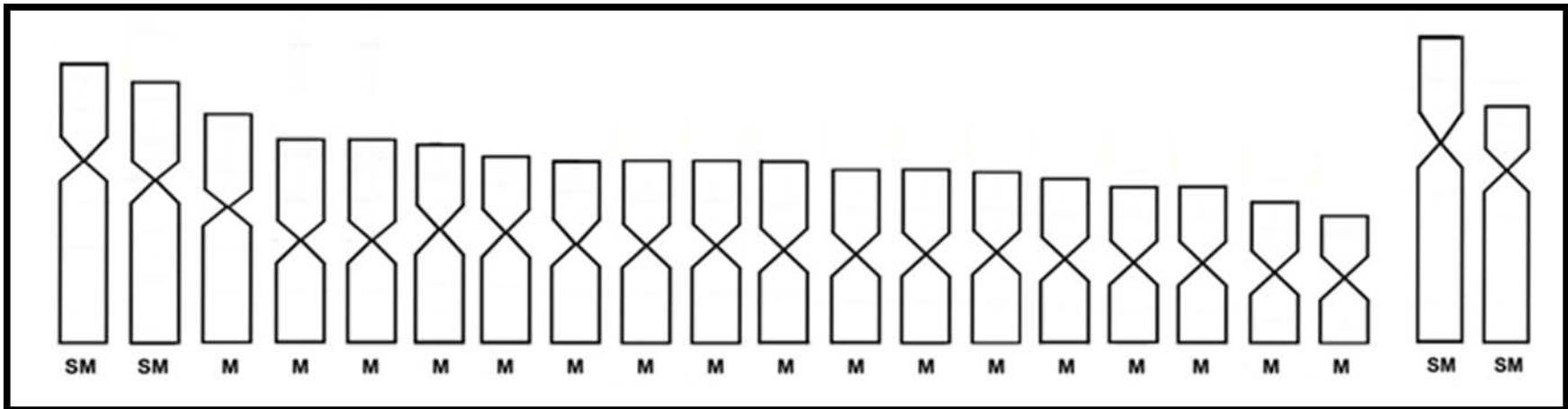
Entre los ocho especímenes de *R. megalotis* colectados en Alhuaca, Puebla se encontraron cuatro citotipos todos con $2n=40$, $NF=76$, pero con variación en la morfología de los cromosomas.

El primer citotipo presentó 17 pares de cromosomas metacéntricos y dos submetacéntricos (1 y 2); los sexuales X e Y fueron submetacéntricos (Figuras 47 y 48) (Apéndice 14).

Figura 47. Citotipo 1 de *R. megalotis* de Alhuaca, Puebla $2n=40$ y $NF=76$.



Figura 48. Ideograma del citotipo 1 de *R. megalotis* de Alhuaca, Puebla con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, X submetacéntrico y el Y submetacéntrico.



En el segundo citotipo todos los autosomas y el X fueron metacéntricos (Figuras 49 y 50) (Apéndice 15).

De este ejemplar se obtuvieron preparaciones con tinción de bandas C, y se observó la heterocromatina en la región centromérica en los cromosomas 1, 2, 11, y del 15 al 18; en los brazos q completamente heterocromáticos de los cromosomas 3 al 10, del 12 al 14 y 19; el cromosoma X presentó heterocromatina en la región centromérica e intercalar en el brazo q (Figuras 51 y 52).

Figura 49. Citotipo 2 de *R. megalotis* de Alhuaca, Puebla $2n=40$ y $NF=76$.



Figura 50. Ideograma del citotipo 2 de *R. megalotis* de Alhuaca, Puebla con todos los cromosomas metacéntricos.

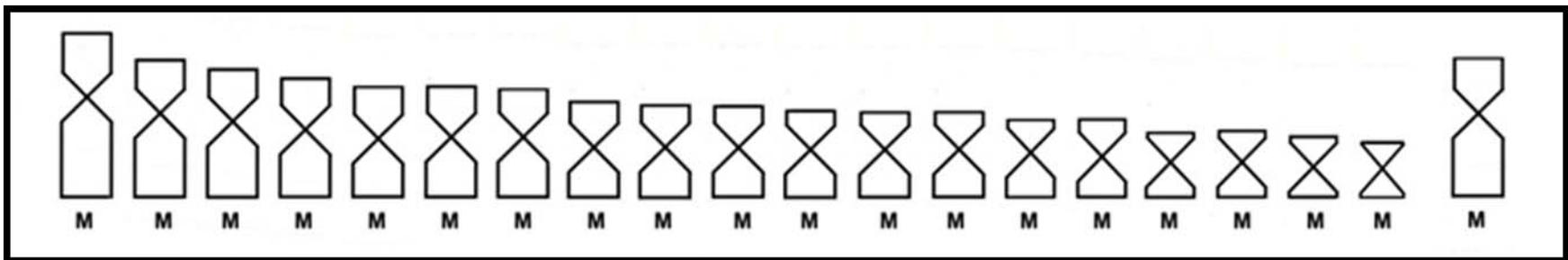
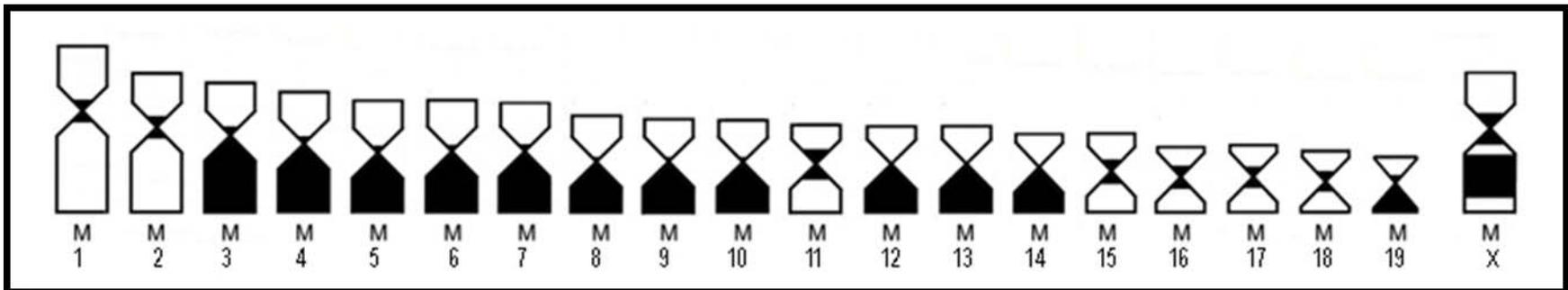


Figura 51. Citotipo 2 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.



Figura 52. Ideograma del citotipo 2 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.



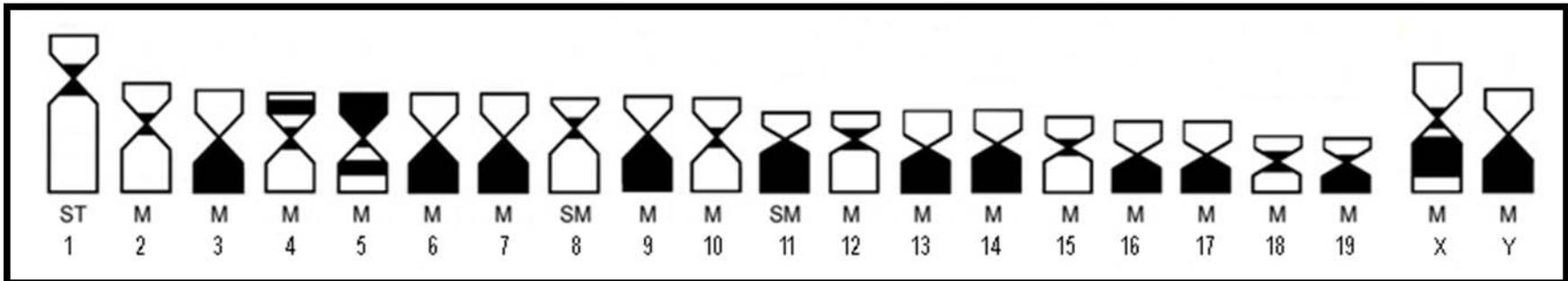
El tercer citotipo tuvo 16 pares metacéntricos, dos submetacéntricos, el 8 y 11, un par subtelocéntrico, el 1; los cromosomas sexuales X e Y fueron metacéntricos (Figuras 53 y 54) (Apéndice 16).

La tinción de bandas C mostró que la heterocromatina se encontraba en la región centromérica de los cromosomas 1, 2, 8, 10, 12, 15, y 18, en posición intercalar en el brazo p del cromosoma 4, en el brazo q del cromosoma 5, en el brazo p completamente heterocromático del cromosoma 5 y en los brazos largos completamente heterocromáticos de los cromosomas 3, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 17, y 19; el cromosoma X presentó heterocromatina en la región centromérica e intercalar en el brazo q; en el cromosoma Y, el brazo q fue completamente heterocromático (Figuras 55 y 56).

Figura 55. Citotipo 3 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.



Figura 56. Ideograma del citotipo 3 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.



El cuarto citotipo se caracterizó por tener todos los cromosomas metacéntricos y el X submetacéntrico (Figuras 57 y 58) (Apéndice 17).

En las preparaciones con tinción de bandas C, se observó la heterocromatina en la región centromérica en los cromosomas 1, 2, 13, 15, 17 y 18, y en los brazos q completamente heterocromáticos de los cromosomas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16 y 19; el cromosoma X presentó heterocromatina en la región centromérica e intercalar en el brazo q (Figuras 59 y 60).

Figura 57. Citotipo 4 de *R. megalotis* de Alhuaca, Puebla $2n=40$ y $NF=76$.



Figura 58. Ideograma del citotipo 4 de *R. megalotis* de Alhuaca, Puebla con 38 metacéntricos y el X submetacéntrico.

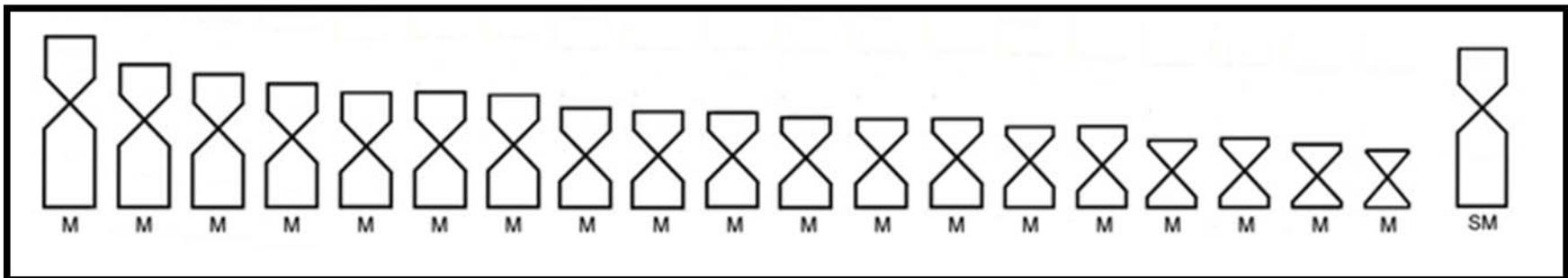
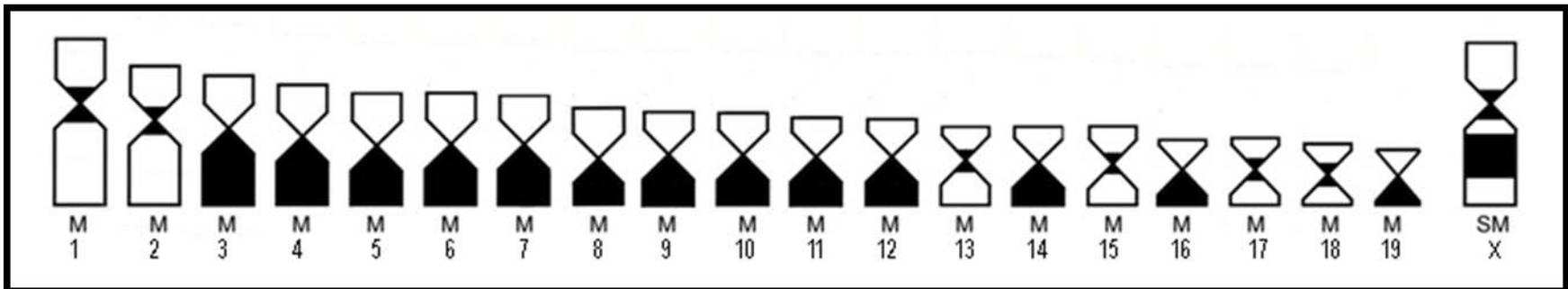


Figura 59. Citotipo 4 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.



Figura 60. Ideograma del citotipo 4 de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas C de Alhuaca, Puebla.



Como se puede observar en las Tablas 11 y 12 en la población de Alhuaca, Puebla el número diploide $2n=40$ y número fundamental $NF=76$ fueron constantes en todos los citotipos. En esta población, a diferencia de El Rancho, Puebla, la variación que se encontró fue sólo en la morfología de los cromosomas pues se encontraron citotipos con 32, 34 ó 38 cromosomas metacéntricos, cero o cuatro submetacéntricos y cero o dos subtelocéntricos; los cromosomas sexuales X e Y fueron metacéntricos o submetacéntricos.

Al igual que en la localidad de El Rancho, Puebla se realizó la comparación morfológica de los cuatro citotipos descritos, encontrando que los pares más variables en esta población son el 1, 2, 8, 11 y los sexuales X e Y.

El par cromosómico 1 en los citotipos 2 y 4 es metacéntrico, en el citotipo 1 es submetacéntrico y en el 3 es subtelocéntrico.

El cromosoma 2 en el citotipo 1 es submetacéntrico mientras que en el 2, 3 y 4 es metacéntrico.

Los pares cromosómicos 8 y 11 en los citotipos 1, 2, y 4 son metacéntricos y en el 3 son submetacéntricos.

El cromosoma X en los citotipos 1 y 4 es submetacéntrico mientras que en el 2 y 3 es metacéntrico. El cromosoma Y en el citotipo 1 es submetacéntrico y en el 3 es metacéntrico.

<i>Reithrodontomys megalotis</i>				
Localidad	Alhuaca, Puebla			
Citotipos	1	2	3	4
2n	40	40	40	40
NF	76	76	76	76
Autosomas Monorrámeos	0	0	0	0
Metacéntricos	34	38	32	38
Submetacéntricos	4	0	4	0
Subtelocéntricos	0	0	2	0
Autosomas Birrámeos	38	38	38	38
Sexual X	SM	M	M	SM
Sexual Y	SM	--	M	--
#Cromosomas B	0	0	0	0
Pares que presentan Bandas C (+)				
Centrómero	--	7 pares (1, 2, 11, 15, 16, 17 y 18)	7 pares (1, 2, 8, 10, 12, 15 y 18)	6 pares (1, 2, 13, 15, 17 y 18)
Brazo q	--	12 pares (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 y 19)	10 pares (3, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 17, y 19)	13 pares (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16 y 19)
Brazo p	--	--	Par 5	--
Intercalar en p	--	--	Par 4	--
Intercalar en q	--	--	Par 5	--
Cromosoma X	--	en la región centromérica e intercalar en el brazo q	en la región centromérica e intercalar en el brazo q	en la región centromérica e intercalar en el brazo q
Cromosoma Y	--	--	brazo q completamente heterocromático	--

Tabla 11. Características de los cuatro citotipos descritos para *R. megalotis* de la localidad de Alhuaca, Puebla.

Citotipos	2n	NF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	X	Y
1	40	76	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	SM
2	40	76	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	--
3	40	76	ST	M	M	M	M	M	M	SM	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
4	40	76	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	--

Tabla 12. Características de los cuatro citotipos descritos de *R. megalotis* de la localidad de Alhuaca, Puebla.

Considerando la distribución geográfica de las subespecies de *R. megalotis* propuesta por Hall (1981) (Figura 5) los individuos colectados en El Rancho, Cuahutlamingo y Alhuaca, Puebla corresponden a la subespecie *R. m. saturatus* la cual es la más representada y con mayor variabilidad cromosómica (Tablas 13 y 14).

Al comparar el citotipo de *R. m. saturatus* de Amealco, Querétaro, descrito por Engstrom *et al.*, (1981) con los descritos en este trabajo para la misma subespecie se observa que se diferencian en: el número diploide, número fundamental, la morfología de los autosomas y del cromosoma Y. Estos citotipos también difieren de los descritos para las subespecies *R. megalotis dychei* de Kansas, Estados Unidos de América (Hood *et al.*, 1984 y Shellhamer, 1967); *R. megalotis longicaudus* de Arkansas, Arizona, California, Kansas, Nebraska, Nuevo México y Utah, EUA (Shellhamer, 1967; Blanks y Shellhamer, 1968; Shellhamer, 1969; y Robbins y Baker, 1980); de *R. megalotis amoles* de Pinal de Amoles, Querétaro, (Engstrom *et al.*, 1981 y Hood *et al.*, 1984); y *R. megalotis megalotis* de Guanajuato en los números diploide y fundamental, la presencia de cromosomas B en números distintos, diferentes cantidades de cromosomas metacéntricos, submetacéntricos y telocéntricos así como en la morfología de los cromosomas sexuales (Tabla 14).

En la Tabla 14 se puede observar que el cariotipo de la subespecie *R. m. dychei* es muy similar al de *R. m. longicaudus*, excepto por la presencia de cromosomas B en esta última.

El citotipo de *R. m. megalotis* es igual al de la subespecie *amoles*.

La variabilidad cromosómica que se observa en las subespecies de *R. megalotis* muestra que esta especie presenta variación intrapoblacional, en los casos en donde se encontraron varios citotipos para una misma localidad como es en El Rancho y Alhuaca, Puebla; variación interpoblacional o intraespecífica, debido a que se registraron diferencias cromosómicas en cada una de las localidades; variación interespecífica ya que los citotipos de esta especie tienen números diploides de $2n=40$ y 42 mientras que, las otras especies del subgénero *Reithrodontomys*, *R. montanus* y *R. raviventris*, presentan $2n=38$. Aunque el número diploide de *R. sumichrasti* es $2n = 42$, la morfología de sus cromosomas difiere de las de *R. megalotis*.

Las diferencias con las especies que pertenecen al subgénero *Aporodon* son aún más acentuadas ya que el número diploide en ese subgénero es de $2n=50$ y 52 y todos los cromosomas son acrocéntricos.

Blanks y Shellhammer (1968) y Shellhammer (1969) propusieron que la no disyunción de los cromosomas B es la responsable de la variación del número diploide intra e interpoblacional, basándose en sus observaciones de material testicular proveniente de descendencia obtenida en el laboratorio. Posiblemente la variación el número diploide de la subespecie *R. m longicaudus*, debida a la presencia de hasta siete cromosomas B se pueda explicar por este mecanismo.

Localidad	2n	NF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	X	Y
El Rancho, Puebla	40	76	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM
El Rancho, Puebla	40+1	77	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	---
El Rancho, Puebla	40	76	ST	SM	M	M	M	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	SM
El Rancho, Puebla	40	76	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	---
El Rancho, Puebla	40	76	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A
El Rancho, Puebla	40	76	SM	SM	SM	SM	M	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	M
Cuahutlamingo, Puebla	40	76	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	M
Alhuaca, Puebla	40	76	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	SM
Alhuaca, Puebla	40	76	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	---
Alhuaca, Puebla	40	76	ST	M	M	M	M	M	M	SM	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Alhuaca, Puebla	40	76	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	---

Tabla 13. Comparación de los caracteres cromosómicos de todos los citotipos descritos para *R. megalotis*

	Especies	Subespecies	2n	NF	M	SM	ST	B	X	Y	Localidades	Autor
1	<i>R. megalotis</i>	<i>dychei</i>	42	80	18	16	6	0	SM	ST	Kansas; EUA	Hood <i>et al.</i> , 1984 Shellhamer, 1967
2	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42+1	80	18	16	6	1	SM	ST	California; EUA	Blanks, 1968 Shellhamer, 1969
3	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42+1	80	18	16	6	1	SM	ST	California; EUA	Shellhamer, 1967 Shellhamer, 1969
4	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42+2	80	18	16	6	2	SM	ST	California; EUA	Blanks, 1968
5	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42+3	80	18	16	6	3	SM	ST	California; EUA	Blanks, 1968 Shellhamer, 1969
6	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42+4	80	18	16	6	4	SM	ST	California; EUA	Blanks, 1968 Shellhamer, 1969
7	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42+5	80	18	16	6	5	SM	ST	Arizona, California, Nebraska, y Utah; EUA	Shellhamer, 1969
8	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42+6	80	18	16	6	6	SM	ST	Arizona, California, Nebraska, y Utah; EUA	Shellhamer, 1969
9	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42+7	80	18	16	6	7	SM	ST	Arizona, California, Nebraska, y Utah; EUA	Shellhamer, 1969
10	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42+4	80	22	14	4	4	SM	ST	Arkansas, Kansas y Nuevo México; EUA	Robbins y Beker, 1980
11	<i>R. megalotis</i>	<i>amoles</i>	48	92	26	14	6	0	M	ST	Pinal de Amoles, Querétaro, Mex.	Engstrom <i>et al.</i> , 1981 Hood <i>et al.</i> , 1984
12	<i>R. megalotis</i>	<i>megalotis</i>	48	92	26	14	6	0	M	ST	Guanajuato, México	Engstrom <i>et al.</i> , 1981
13	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	28	6	4	0	SM	ST	Amealco, Querétaro, México	Engstrom <i>et al.</i> , 1981
14	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	32	6	0	0	M	SM	El Rancho, Puebla, México	Presente estudio
15	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40+1	76	36	2	0	1	SM	SM	El Rancho, Puebla, México	Presente estudio
16	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	32	4	2	0	SM	SM	El Rancho, Puebla, México	Presente estudio
17	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	38	0	0	0	M	SM	El Rancho, Puebla, México	Presente estudio
18	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	32	6	0	0	M	A	El Rancho, Puebla, México	Presente estudio
19	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	28	10	0	0	SM	M	El Rancho, Puebla, México	Presente estudio
20	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	36	2	0	0	SM	M	Cuahutlamingo, Puebla	Presente estudio
21	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	34	4	0	0	SM	SM	Alhuaca, Puebla	Presente estudio
22	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	38	0	0	0	M	SM	Alhuaca, Puebla	Presente estudio
23	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	38	0	0	0	SM	SM	Alhuaca, Puebla	Presente estudio
24	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	32	4	2	0	M	SM	Alhuaca, Puebla	Presente estudio

Tabla 14. Comparación de los caracteres cromosómicos de todos los citotipos descritos para *R. megalotis*, en este trabajo y por otros autores.

Las diferencias en la morfología de los cromosomas, se pueden explicar según Matthey (1973) por rearrreglos cromosómicos siendo las más probables las inversiones pericéntricas y adiciones de heterocromatina. También por fusión la cual se considera la menos probable ya que involucra la unión de dos cromosomas acrocéntricos y la eliminación de dos fragmentos uno céntrico y otro acéntrico los cuales pueden formar los cromosomas B, es posible que estos rearrreglos estén ocurriendo en las poblaciones de *R. megalotis* (Blanks y Shellhammer, 1968; Shellhammer, 1969; Matthey, 1973; Patton, 1977; Peppers *et al.*, 1997a; Camacho *et al.*, 2000).

Es muy probable que estos rearrreglos cromosómicos estén asociados con un proceso de especiación en estas poblaciones, el cual puede ser referido como simpátrico o de acuerdo con White (1968, 1969, 1973, 1978) estaspátrico.

Para poder interpretar de manera más objetiva estos resultados se creó una matriz con los datos cromosómicos obtenidos con tinción convencional de Giemsa (Apéndice 18) la cual se utilizó para realizar un análisis de componentes principales, que permitiera determinar qué caracteres cromosómicos conferían la variabilidad en las subespecies de *R. megalotis* y otro de conglomerados que permite relacionara a las subespecies por la similitud entre sus diferentes citotipos.

5.1.2.1.1 Análisis de componentes principales (ACP) de las subespecies de *R. megalotis*.

De este análisis se obtuvo que las variables de número diploide y número fundamental estuvieron altamente correlacionadas (Apéndice 19). Con los primeros dos componentes se explica el 84.63% de la variabilidad y con los primeros tres el 91.05% (Apéndice 20). En el primer componente las tres variables con más peso son el número de cromosomas subtlocéntricos, submetacéntricos y metacéntricos, es decir, la morfología de los cromosomas. En el segundo componente la morfología del cromosoma X, el número diploide y el número fundamental y, en el tercer componente, la morfología del X y el número de cromosomas B (Apéndice 21).

En la gráfica donde se relacionan los primeros dos componentes (Figura 61), se puede observar que el componente 1 separa a las subespecies *R. m. longicaudus*, *R. m. dychei*, *R. m. megalotis* y *R. m. amoles* de *R. m. saturatus*, mientras que el componente 2 separa a las subespecies *R. m. dychei*, *R. m. longicaudus* y *R. m. saturatus* de *R. m. megalotis* y *R. m. amoles*.

En la gráfica de la Figura 62 se relacionan los componentes 1 y 3. Se puede observar que las variables, número de cromosomas metacéntricos, submetacéntricos, subtlocéntricos, morfología del X y cromosomas B separan a las subespecies en dos posibles grupos: uno en donde se hallan los citotipos de la subespecie *R. m. saturatus* distribuida en los estados de Puebla y Querétaro, y

otro, que incluye a las subespecies *R. m. longicaudus*, *R. m. dychei*, *R. m. amoles* y *R. m. megalotis* que se distribuyen en el sur de Estados Unidos de América, en Querétaro y Guanajuato.

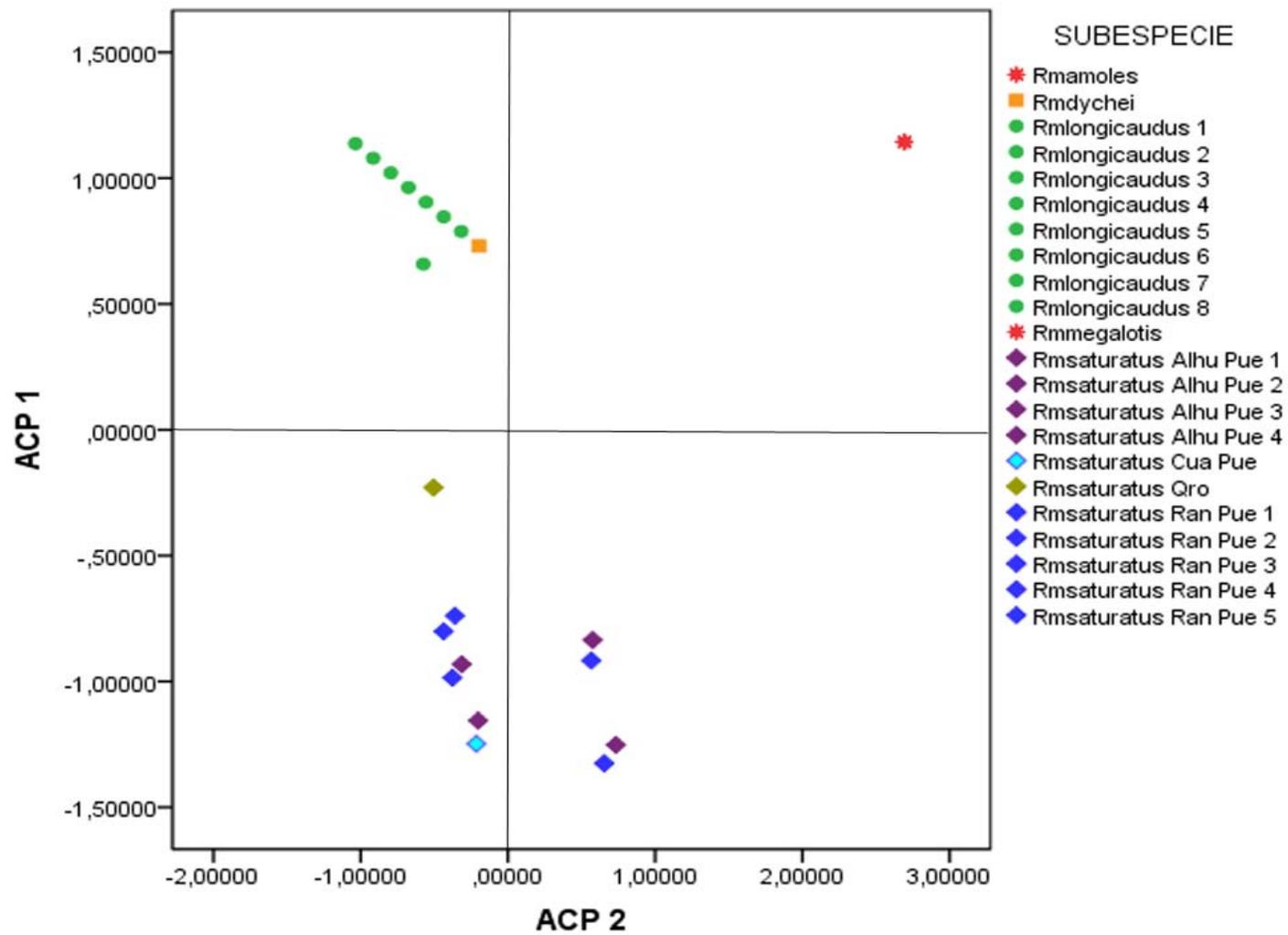


Figura 61. Gráfica del Análisis de componentes principales que relacionan el 1 y el componente 2.

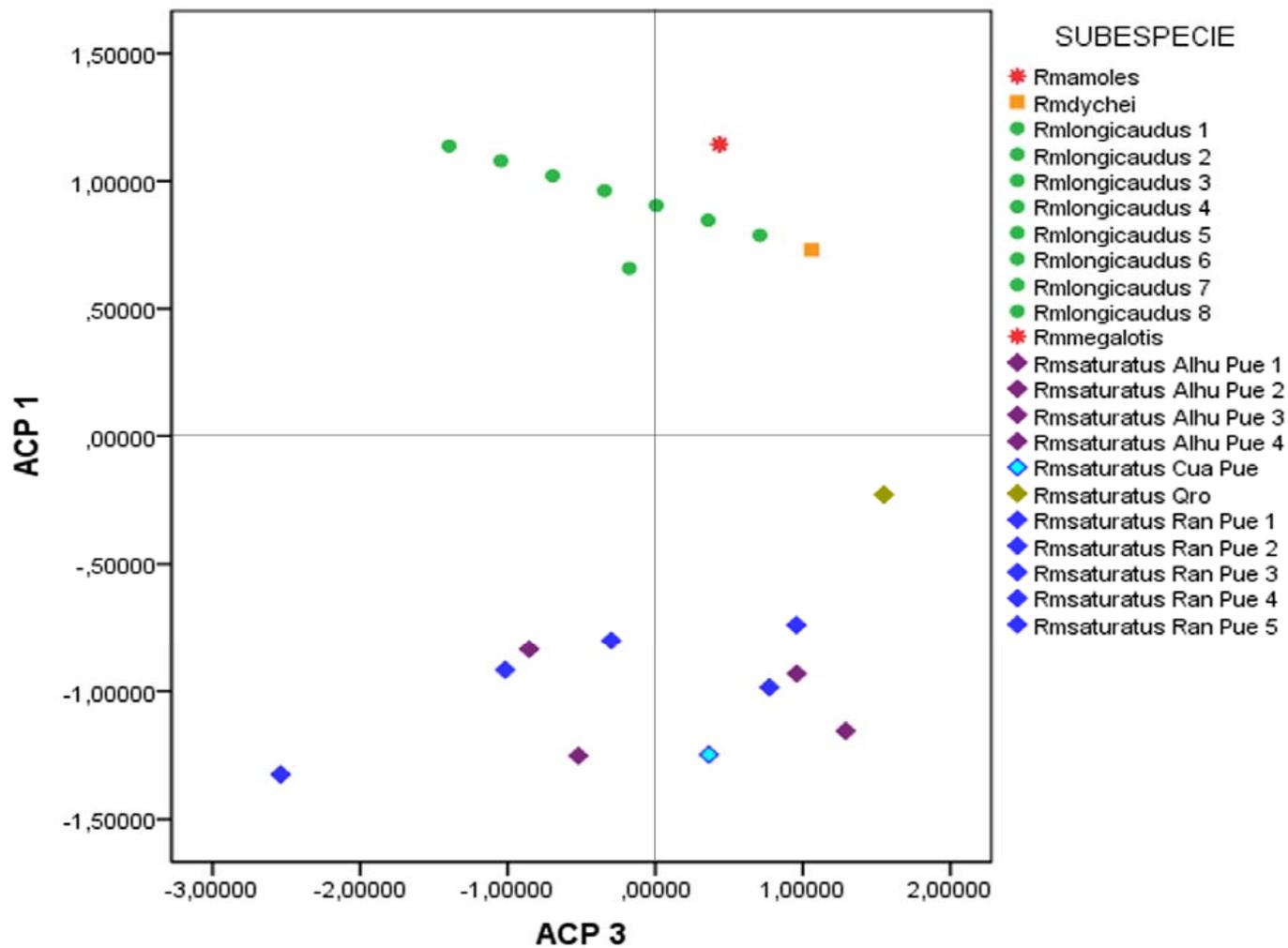


Figura 62. Gráfica del Análisis de Componentes Principales en la que se relacionan el 1 y el componente 3.

5.1.2.1.2 Análisis de conglomerados de las subespecies de *R. megalotis*.

De este análisis se obtuvo un dendrograma (Figura 63 ramas verdes) en el cual se pueden identificar principalmente tres grupos: el I que incluye ocho citotipos de *R. m. longicaudus* colectados en Arizona, Arkansas, Kansas California, Nebraska, Nuevo México y Utah, EUA y otro de *R. m. dychei*, de Kansas, EUA. El grupo II incluye a *R. m. megalotis* y *R. m. amoles* colectadas en Santa Rosa, Guanajuato y Pinal de Amoles, Querétaro, México respectivamente (Figura 63 rama roja). Y el grupo III contiene 11 citotipos de *R. m. saturatus* de las localidades de Amealco, Querétaro, El Rancho, Cuahutlamingo y Alhuaca, Puebla (Figura 63 ramas azules).

Estos grupos se sustentaron con un análisis de discriminantes en el cual se obtuvieron valores de lambda de Wilks= 0.010 y 0.158 y $p=0.000$ (Figura 64). Estos valores indican que existen diferencias significativas entre los citotipos de las subespecies que conforman estos tres grupos.

Las subespecies del grupo II, *R. m. amoles* y *R. m. megalotis*, presentan $2n=48$ lo que las hace muy distintas a las del grupo I, *R. m. longicaudus*, y III *R. m. saturatus*. Engstrom *et al.*, (1981), ya lo había notado y propuso que el número diploide de *R. m. amoles* $2n= 48$ no era el resultado de cromosomas supernumerarios como lo había propuesto Shellhammer (1969) en la subespecie *R. m. longicaudus*, sino que los cromosomas que presentaba el espécimen eran autosómicos. Esto le permitió proponer la hipótesis de que *R. m. amoles* podría

ser un taxón distinto a *R. m. saturatus*. Hooper (1952) con el análisis de caracteres morfológicos había reconocido a *R. m. amoles* como una subespecie de *R. megalotis* y enumeró varias diferencias externas y del cráneo entre estos taxa; también remarcó que en algunas áreas *R. m. amoles* está reproductivamente aislada de *R. m. saturatus*.

Los resultados del análisis cromosómico presentados en este trabajo apoyan la hipótesis de Engstrom *et al.*, (1981), acerca de que la subespecie *R. m. amoles* sea ya una especie diferente de *R. megalotis* y no subespecie.

DENDROGRAMA

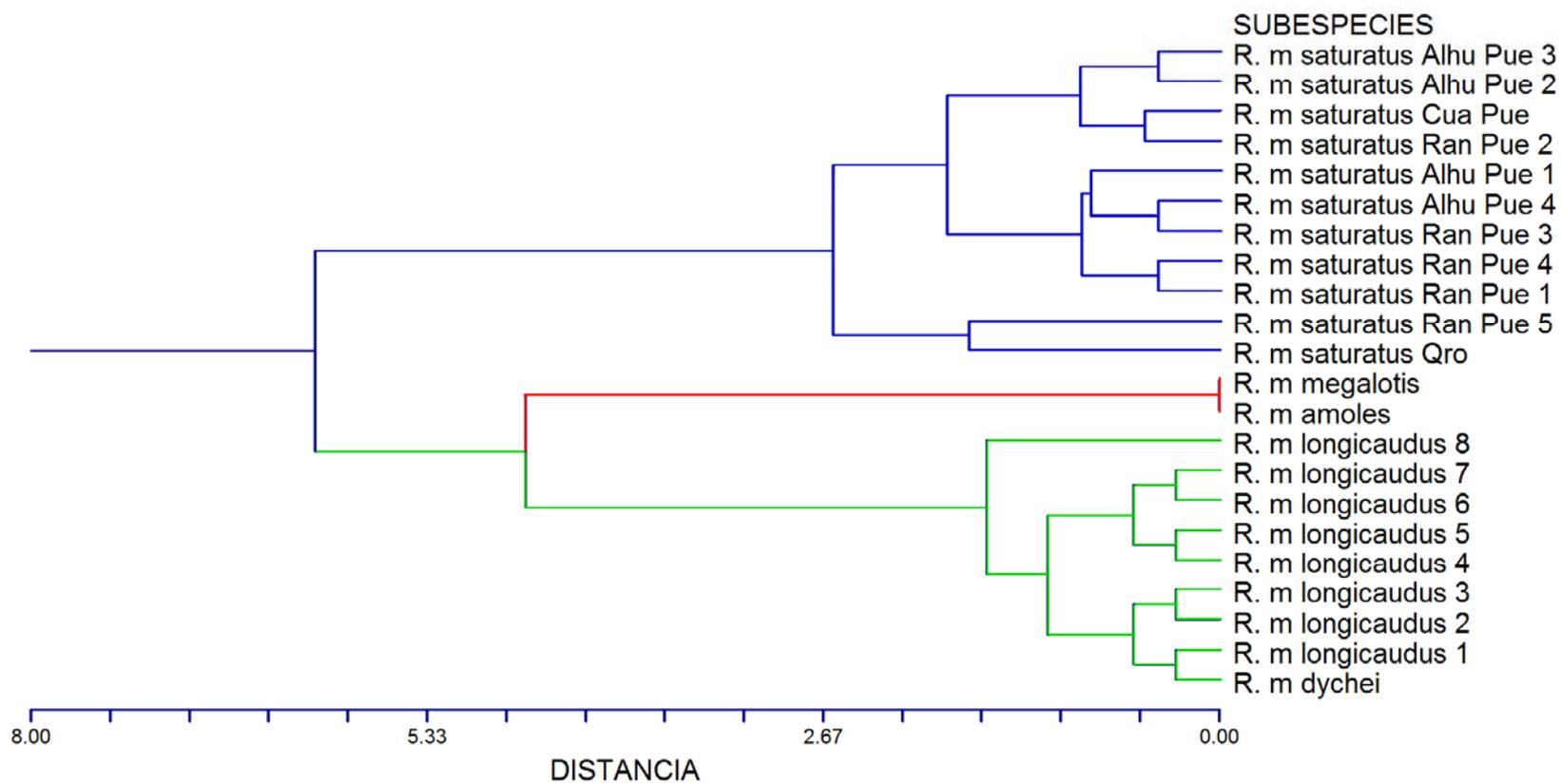


Figura 63. Dendrograma obtenido a partir de caracteres cromosómicos ($2n$, NF, morfología de los cromosomas y número de cromosomas B) de las subespecies de *R. megalotis*: *megalotis*, *amoles*, *saturatus*, *longicaudus* y *dychei*.

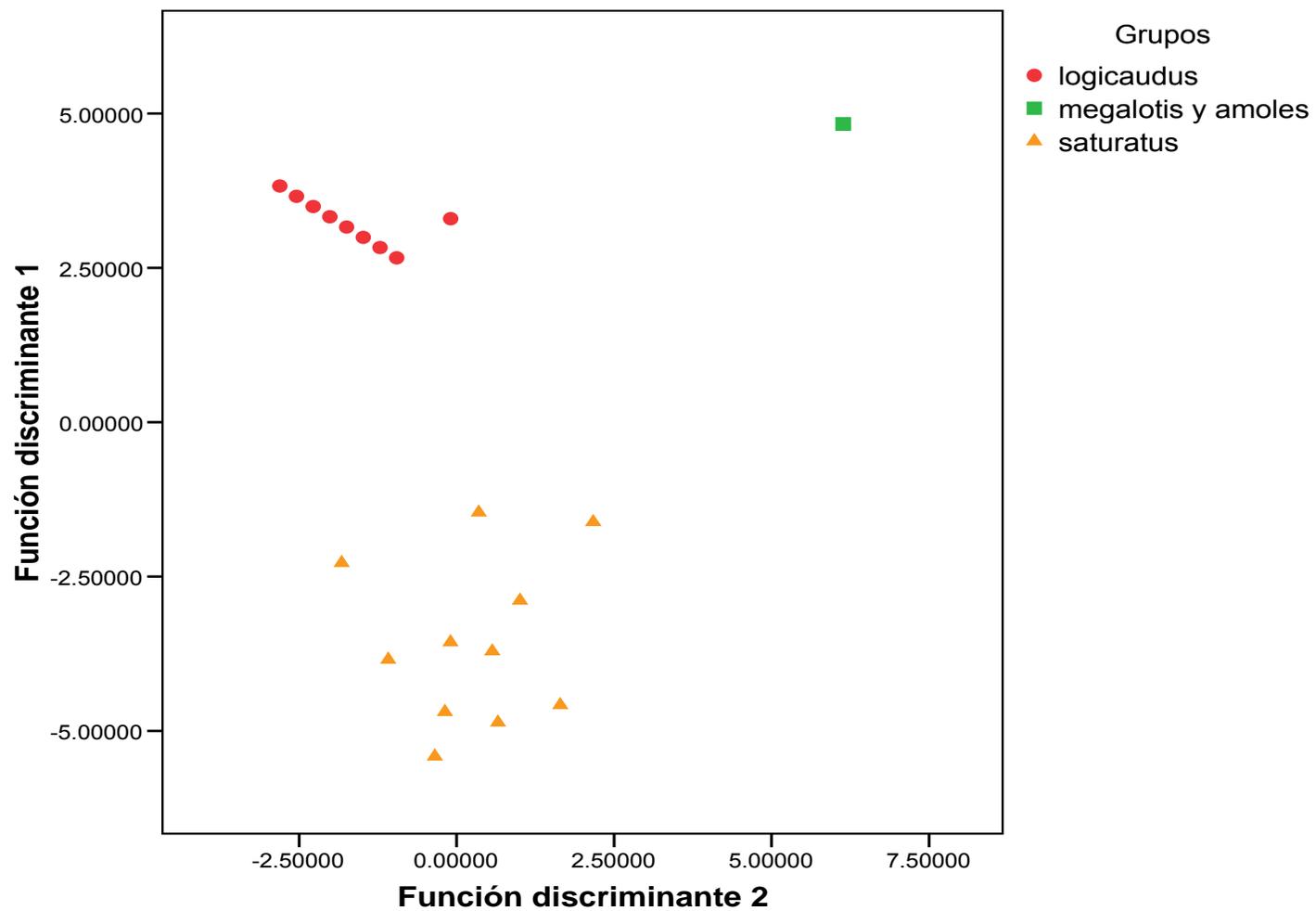


Figura 64. Gráfica del análisis de discriminantes de las subespecies de *R. megalotis*: *megalotis*, *amoles*, *saturatus*, *logicaudus* y *dychei*.

Se identificaron los tipos de vegetación predominantes en las localidades que integraron los grupos del ACP y del dendrograma con el fin de determinar si existía relación entre estos grupos y los tipos de vegetación.

Como se puede observar en la Figura 65 las subespecies del grupo I, *R. m. dychei* y *R. m. longicaudus*, se distribuyen principalmente en las zonas áridas de Estados Unidos de América y se caracterizaron por tener $2n=42$ y hasta 7 cromosomas B. En tanto que las subespecies *R. m. megalotis* y *R. m. amoles*, del grupo II, se encontraron en el bosque de pino encino y tuvieron $2n=48$. En cambio, la subespecie *R. m. saturatus*, que pertenece al grupo III, habita el bosque mesófilo de montaña y presentó $2n=40$, (Figura 66).

Shellhammer (1969) al realizar un estudio de los cromosomas B en *R. megalotis* concluyó que, aunque los cromosomas supernumerarios no tienen aparentemente ningún efecto sobre los caracteres morfológicos, es muy probable que sí lo tengan sobre los fisiológicos y esto pueda conferirle a la especie adaptación a diferentes ambientes. Los resultados de este trabajo apoyan esta idea y posiblemente la presencia de los cromosomas B permitan a esta especie adaptarse a un tipo de vegetación como las zonas áridas de Norte América.

Debido a que cada grupo de citotipos está relacionado con un tipo de vegetación estos resultados permiten sugerir que la variación interpoblacional registrada entre las subespecies *R. m. longicaudus*, *R. m. dychei*, *R. m. megalotis*, *R. m. amoles* y *R. m. saturatus* se deba a la adaptación de éstas a los diferentes hábitats, de ser

así es posible que esté ocurriendo un proceso de especiación que correspondería al alopátrico (Mayr, 1942; Gibson, 1984), mientras que la variación intrapoblacional registrada en *R. m. saturatus* probablemente se deba a la perturbación del bosque mesófilo de montaña el cual, en los últimos 40 años ha sido el tipo de vegetación más destruido en una proporción mayor al 50% de su cobertura (SEMARNAT, 2009). De ser así, esta variación obedecería al modelo de especiación simpátrica (White, 1968, 1969, 1973 y 1978). La especiación estasiopátrica que se ha considerado sinónima de la simpátrica, implica la independencia evolutiva debida a cambios cromosómicos. Este modelo sugiere que esos reordenamientos tienen ventaja selectiva en estado homocigoto y sostiene que, para que ocurra, las especies deben presentar poca vagilidad para así formar poblaciones aisladas. La deriva genética, la deriva meiótica y la endogamia son factores importantes que favorecen la fijación de estos cambios estructurales. La consideración de que los reordenamientos cromosómicos puedan actuar como barrera del flujo genético se basa en la premisa de que las formas cromosómicamente diferenciadas tienen el potencial de producir híbridos en aquellas zonas donde las poblaciones progenitoras y descendientes están en contacto. Las poblaciones divergentes pueden ser idénticas en todos los aspectos, pero los reordenamientos cromosómicos estructurales las distinguen (White, 1968, 1969, 1973 y 1978).

El hecho de que haya seis citotipos en una localidad relativamente pequeña, como es el caso de El Rancho, Puebla, podría corresponder a los polimorfismos flotantes del modelo estasiopátrico de White (1968) que marcan estados de transición e inestabilidad hasta que uno de los rearreglos es favorecido por la

selección natural y se fija pudiendo caracterizar a la nueva especie (White, 1968; 1969; 1973; 1978a; 1978b; Kerridge y Baker, 1990). Como ninguno de los seis citotipos encontrados se ha fijado aún, es probable que esta población de *R. megalotis* se encuentre en un proceso de especiación incipiente.

En suma, la información que brinda la tinción convencional de Giemsa indica que en la especie *R. megalotis* existe variación cromosómica intraespecífica e intrapoblacional.



Figura 65. Ubicación de las subespecies de *R. megalotis*: *longicaudus*, *dychei*, *megalotis*, *amoles* y *saturatus* en un mapa de tipos de vegetación de Estados Unidos de América y México (Encarta, 2000).

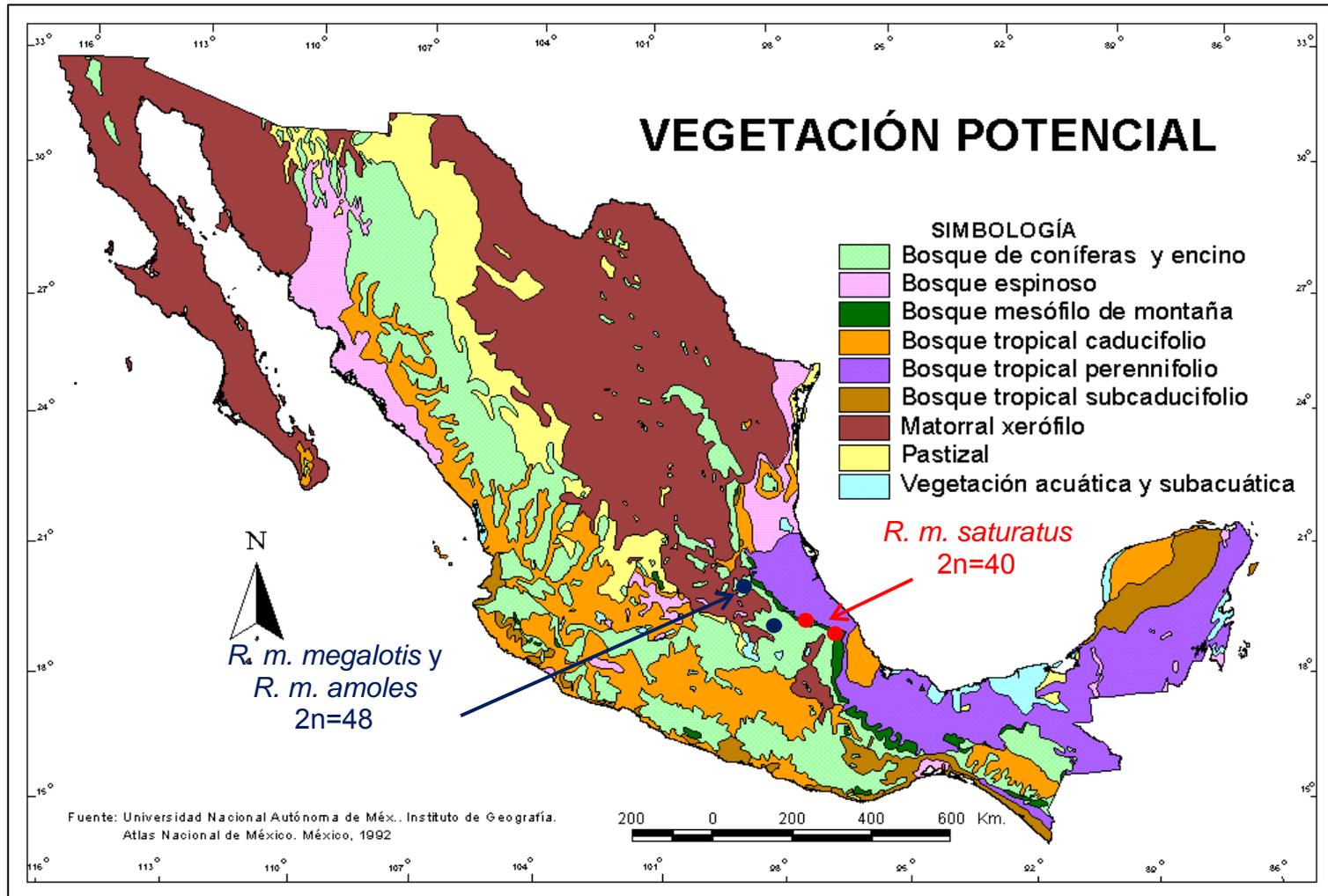


Figura 66. Ubicación de las subespecies de *R megalotis*: *megalotis*, *amoles* y *saturatus* en un mapa de tipos de vegetación de México (Rzedowski, 1992).

Se procedió a realizar un análisis basado en la tinción diferencial de bandas C y G para determinar el tipo de rearrreglos que pudieran haber originado la variación numérica y morfológica de los cromosomas de *R. megalotis*.

Se efectuaron dos análisis del patrón de bandas C: el primero consistió en examinar la variación de las bandas C en los cuatro citotipos de las poblaciones de El Rancho y Alhuaca, Puebla descritos en este trabajo; en el segundo se compararon los citotipos de *R. megalotis* con el cariotipo de *R. mexicanus*, el cual se ha propuesto como primitivo (Robbins y Baker, 1980).

Para el primer análisis se emplearon los datos de los cuatro citotipos de los que se obtuvo el patrón de bandas C: el 5 de la población de El Rancho, Puebla y los citotipos 2, 3 y 4 de la población de Alhuaca, Puebla (Figuras 67 y 68). Los caracteres cromosómicos que se tomaron en cuenta fueron: presencia de bandas en la región centromérica (C+), brazos completamente heterocromáticos (p+ o (q+), número de bandas intercalares en cada uno de los brazos (p(# bandas)) y (q(# bandas)), y en la región telomérica (T+) de los autosomas y cromosomas sexuales (Tabla 15).

Los pares que mostraron la misma tinción en los cuatro citotipos fueron el 1, 2, 15 y 18 en los que la heterocromatina estuvo restringida a la región centromérica, y los pares 3, 6, 7, 9, 14 y 19 que tuvieron el brazo q completamente heterocromático.

Los pares en los que la distribución de la heterocromatina fue variable en los cuatro citotipos se describen a continuación.

En el par 4 la distribución de la heterocromatina se observó de dos maneras: formando una banda intercalar en el brazo p, en el citotipo de El Rancho y el 3 de Alhuaca, y en todo el brazo q de los citotipos 2 y 4 de Alhuaca.

En el par 5 del citotipo de El Rancho y el 3 de Alhuaca el brazo p fue completamente heterocromático y el brazo q mostró una banda intercalar. En los citotipos 2 y 4 de Alhuaca el brazo q de este par fue heterocromático por completo.

El par 8 también presentó la heterocromatina en tres posiciones. En el citotipo de El Rancho y en el 4 de Alhuaca el brazo q es completamente heterocromático, mientras que en el citotipo 2 de Alhuaca se observaron dos bandas intercalares en este brazo; en el citotipo 3 de esta misma localidad la heterocromatina estuvo restringida a la región centromérica.

Los pares 10, 11, 13, 16 y 17 mostraron la heterocromatina en el centrómero y en todo el brazo q con las siguientes variantes. En el par 10 las bandas C fueron positivas en el centrómero en el citotipo de El Rancho y en el 3 de Alhuaca; los brazos q heterocromáticos en los citotipos 2 y 4 de este último sitio.

En el 11 la heterocromatina estuvo restringida a la región centromérica en el citotipo de El Rancho y en el 2 de Alhuaca, mientras que los brazos q fueron completamente heterocromáticos en los citotipos 3 y 4 de Alhuaca.

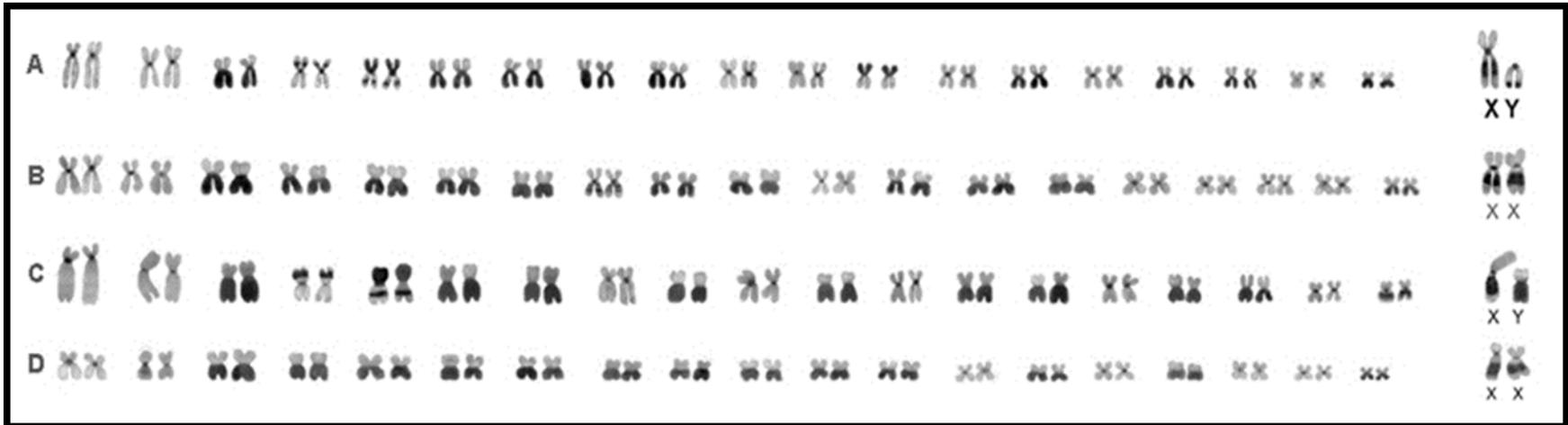
En el cromosoma 12 la distribución de la heterocromatina se encontró en todo el brazo p del citotipo de El Rancho, en los brazos q completamente heterocromáticos de los citotipos 2 y 4 de Alhuaca y en la región centromérica del citotipo 3 de esta misma localidad.

El par 13 presentó heterocromatina en el centrómero del citotipo de El Rancho y el 4 de Alhuaca, y los brazos q heterocromáticos en los citotipos 2 y 3 de Alhuaca.

El cromosoma 16 mostró heterocromatina en la región centromérica en el citotipo 2 de Alhuaca; los brazos q totalmente heterocromáticos en los citotipos de El Rancho, además del 3 y del 4 de Alhuaca.

En el par 17 la heterocromatina se restringió a la región centromérica en los citotipos 2 y 4 de Alhuaca, mientras que, los brazos q fueron completamente heterocromáticos en los citotipo de El Rancho y el 3 de Alhuaca.

Figura 67. Comparación de los cariotipos de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas C de las localidades de **A)** El Rancho Puebla, **B), C)** y **D)** Alhuaca, Puebla.



Cit.	Población	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	X	Y
5	El Rancho; Puebla	C+	C+	q+	p(1)	$\frac{p(1)}{q(1)}$	q+	q+	q+	q+	C+	C+	p+	C+	q+	C+	q+	q+	C+	q+	q(1)	$\frac{C+}{T+}$
2	Alhuaca; Puebla	C+	C+	q+	q+	q+	q+	q+	q+	q+	q+	C+	q+	q+	q+	C+	C+	C+	C+	q+	q(1)	--
3	Alhuaca; Puebla	C+	C+	q+	p(1)	$\frac{p+}{q(1)}$	q+	q+	C+	q+	C+	q+	C+	q+	q+	C+	q+	q+	C+	q+	q(1)	q+
4	Alhuaca; Puebla	C+	C+	q+	q+	q+	q+	q+	q+	q+	q+	q+	q+	C+	q+	C+	q+	C+	C+	q+	q(1)	--

Tabla 15 Datos de los cuatro citotipos en los que se obtuvo el patrón de bandas C: Citotipo 5 de la población de El Rancho, Puebla y los citotipos 2, 3 y 4 de la población de Alhuaca, Puebla.

C+, bandas en la región centromérica, p+ o q+ brazos completamente heterocromáticos, p(# bandas) y q(# bandas), número de bandas intercalares en cada uno de los brazos y T+ en la región telomérica.

En los cromosomas sexuales la heterocromatina se localizó en el cromosoma X como una banda intercalar en el brazo q en todos los citotipos. En el cromosoma Y se detectó en la región centromérica y en el telómero del citotipo de El Rancho, y en el brazo q completamente heterocromático del citotipo 3 de Alhuaca.

La diversificación del NF se puede explicar por la presencia de brazos completamente heterocromáticos y parte de la variación en la morfología de los cromosoma se debe a la adición de fragmentos intercalares en los brazos p o q.

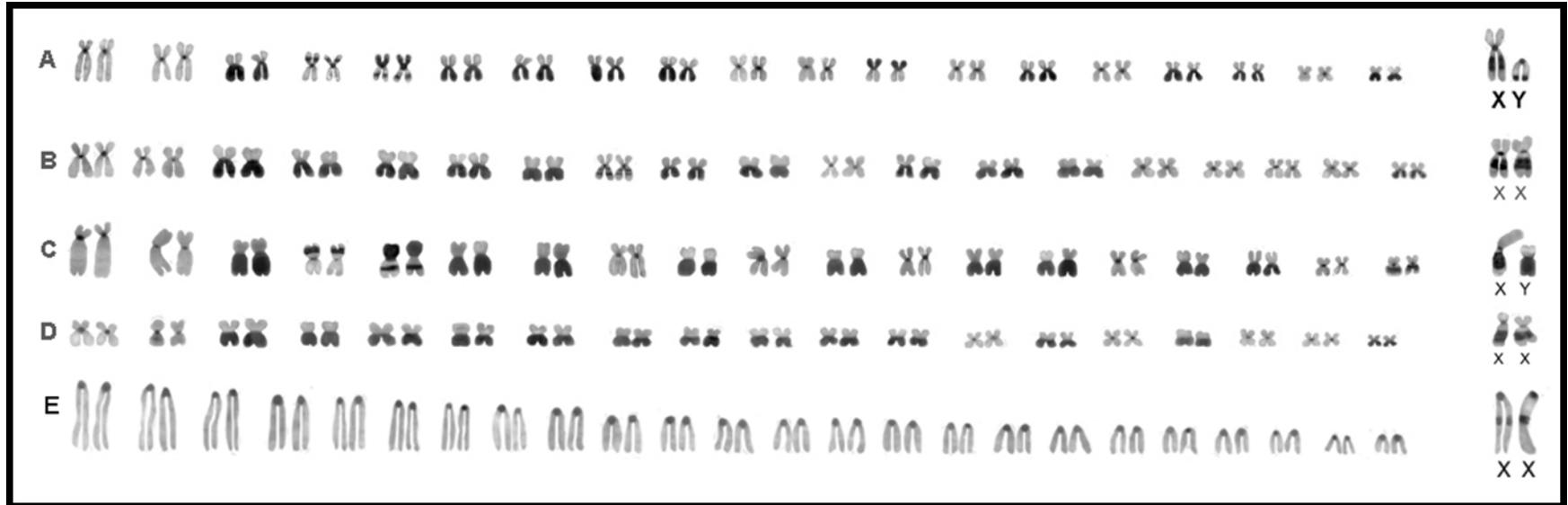
En estudios citogenéticos anteriores se ha observado que la adición de heterocromatina en roedores es común en este género, (Robbins y Baker, 1980; 1981; Patton y Sherwood, 1983; Baker *et al.*, 1987), en *Peromyscus* (Duffey, 1972; Pathak *et al.*, 1973 y Robbins y Baker, 1981), *Onychomys* (Baker y Barnett, 1981), *Neotoma* (Mascarello y Hsu, 1976; Koop *et al.*, 1985) y *Thomomys* (Patton y Sherwood, 1983).

Pathak, *et al.*, (1973) explican que la variación entre diferentes poblaciones de *P. maniculatus* se debe a que durante el entrecruzamiento de cromosomas homólogos se puede transferir un brazo completamente heterocromático. Es posible que entre las poblaciones de *R. megalotis* pueda estar ocurriendo este mecanismo ya que el género *Peromyscus* se ha considerado como un grupo muy cercano a *Reithodontomys* (Patton, *et al.*, 1981; y Baker, *et al.*, 1987).

El segundo análisis de bandas C consistió en comparar los citotipos de *R. megalotis* (el 5 de El Rancho, Puebla y 2, 3 y 4 de Alhuaca, Puebla) con el de *R. mexicanus* para determinar el número de adiciones de heterocromatina que han ocurrido en *R. megalotis* a partir del cariotipo primitivo (Figura 69).

Se observó que en *R. mexicanus* la heterocromatina estuvo restringida a la región cetromérica y sólo se presenta un fragmento intercalar en el cromosoma X, mientras que, en los citotipos de El Rancho y Alhuaca, Puebla (5 y 2, 3 y 4, respectivamente), se encontraron de 11 a 13 brazos heterocromáticos, dos fragmentos intercalares y se conservó el fragmento intercalar en el brazo q del cromosoma X (Figura 69).

Figura 69. Comparación de los cariotipos con tinción diferencial de bandas C de **A)** *R. megalotis* de El Rancho Puebla, **B), C) y D)** *R. megalotis* de Alhuaca, Puebla y **E)** *R. mexicanus* de Puerto de la Soledad, Oaxaca.



Las diferencias en la cantidad y distribución de la heterocromatina en estos cariotipos pueden explicarse por la ocurrencia de aproximadamente 13 rearrreglos cromosómicos, 11 adiciones de brazos heterocromáticos y dos de heterocromatina intercalar, o bien, sólo adiciones de heterocromatina. Esto quiere decir que para llegar al cariotipo de *R. megalotis* a partir del primitivo de *R. mexicanus* habrían ocurrido un mínimo de 13 pasos.

Patton y Sherwood (1983) sugirieron que la adición de brazos heterocromáticos son cambios que pueden ocurrir sin afectar la estructura de los cromosomas, por lo que no tendrían ningún efecto en la diferenciación de las especies. Sin embargo, la adición de fragmentos intercalares puede alterar el orden lineal de los genes en los cromosomas y podrían potencialmente afectar la función génica en la región en donde ocurre la inserción, o causar un efecto significativo en la meiosis. Este tipo de adición podría estar jugando un papel importante en la evolución de las especies.

Para determinar los posibles rearrreglos que pudieron haber originado el cariotipo de *R. megalotis* se compararon los patrones de bandas G de esta especie y de *R. mexicanus*. Para este análisis se emplearon los datos de los cuatro citotipos de *R. megalotis* de la localidad de El Rancho, Puebla (Figura 70 y 71).

Se compararon los pares 1, 2, 5, 6, 7, 14 y X que fueron los que presentaron bandas. Los caracteres que se tomaron en cuenta para inferir los posibles

rearreglos fueron la morfología y la longitud relativa de los cromosomas, así como el número y posición de las bandas (Tabla 16) (Apéndice 22).

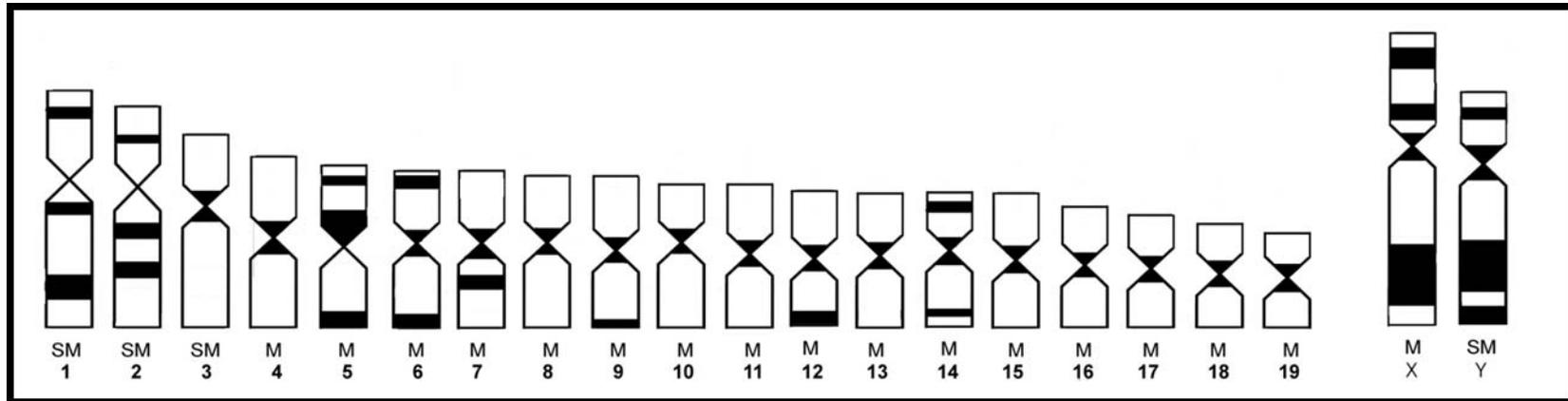
En la Figura 72 se puede observar que el par 1, monorrámeo, de *R. mexicanus* presenta tres bandas, mientras que el mismo par de *R. megalotis*, birrámeo, presenta una en el brazo p y dos en el brazo q cambio que, de acuerdo con Matthey, (1965; 1973) sea debido muy probable a una inversión pericéntrica, en la que un fragmento que incluye al centrómero se rompe y gira 180°. En la Figura 72 se puede observar que este mecanismo también pudo haber ocurrido en los cromosomas 2, 5, 6, 7, 14 y X de *R. megalotis*.

El cromosoma 23 acrocéntrico de *R. mexicanus* presentó una banda G en la región del telómero, al igual que en el brazo q del cromosoma 12 de *R. megalotis*; el cambio en la morfología de monorrámeo a birrámeo se debe a la presencia del brazo corto heterocromático, como lo indica la figura con bandas C en *R. megalotis*. Esto confirma una adición de heterocromatina en *R. megalotis*.

Figura 70. Comparación de los cariotipos de *R. megalotis* con tinción diferencial de bandas G de las localidades de **A)**, **C)** y **D)** El Rancho Puebla con $2n=40$, **B)** El Rancho Puebla con $2n=41$.



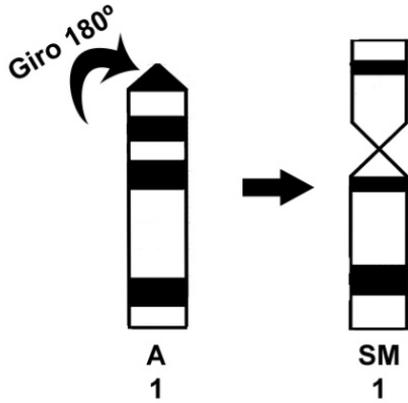
Figura 71. Ideograma con tinción diferencial de bandas G de la especie *Reithrodontomys megalotis* de El Rancho Puebla con $2n=40$.



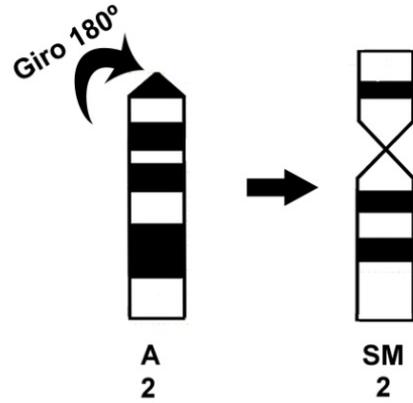
Par	No. bandas		Longitud relativa (LR)		Morfología		Possible Rearreglo
	<i>R. mexicanus</i>	<i>R. megalotis</i>	<i>R. mexicanus</i>	<i>R. megalotis</i>	<i>R. mexicanus</i>	<i>R. megalotis</i>	<i>R. megalotis</i>
1	3	3	8.09	7.78	Monorrámeo	Birrámeo	lp
2	3	3	7.18	6.51	Monorrámeo	Birrámeo	lp
5	2	2	6.14	4.88	Monorrámeo	Birrámeo	lp
6	2	2	5.44	4.83	Monorrámeo	Birrámeo	lp
7	1	1	4.70	4.68	Monorrámeo	Birrámeo	lp
12	1 (par23)	1	1.61	4.20	Monorrámeo	Birrámeo	Ah (brazo p heterocromático)
14	2	2	2.99	4.10	Monorrámeo	Birrámeo	lp
X	3	3	7.15	7.40	Monorrámeo	Birrámeo	lp

Tabla 16 Características de los citotipos de *R. mexicanus* y *R. megalotis* que se analizaron para deducir el tipo y número de rearreglos que pudieron haber originado el cariotipo de *R. megalotis*.
lp, inversión pericéntrica, y Ah, adición de heterocromatina.

INVERSIÓN PERICÉNTRICA DEL CROMOSOMA 1



INVERSIÓN PERICÉNTRICA DEL CROMOSOMA 2



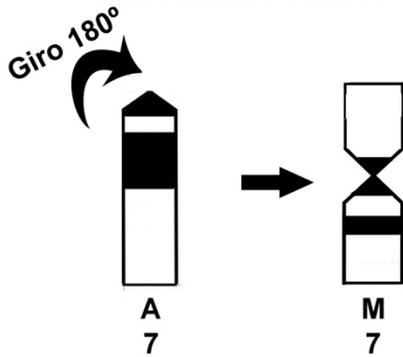
INVERSIÓN PERICÉNTRICA DEL CROMOSOMA 5



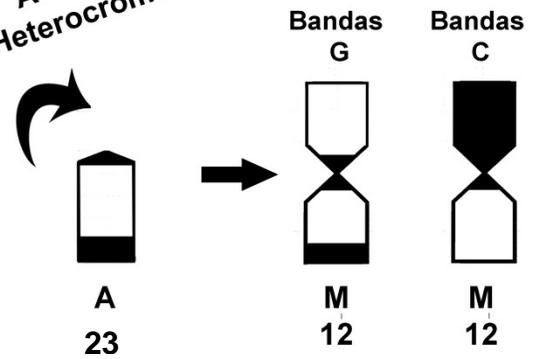
INVERSIÓN PERICÉNTRICA DEL CROMOSOMA 6



INVERSIÓN PERICÉNTRICA DEL CROMOSOMA 7



Adición de Heterocromatina



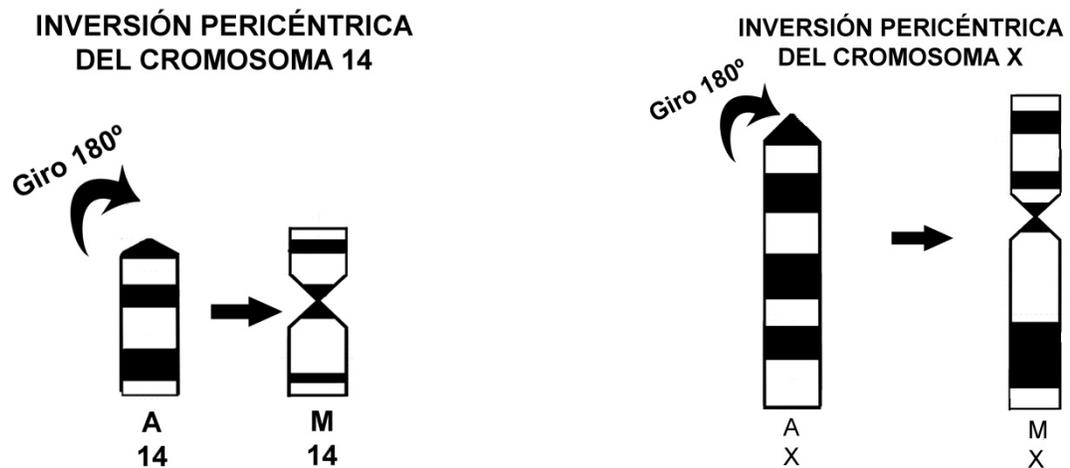


Figura 72. Rearreglos cromosómicos de tipo inversión perocéntrica que pudieron haber cambiado la morfología de los pares 1, 2, 5, 6, 7, 14 y X; y adición de heterocromatina en el par 12 en *R. megalotis*.

De acuerdo con este análisis, para llegar al cariotipo de *R. megalotis* a partir del de *R. mexicanus* es muy probable que hayan ocurrido un mínimo de 8 pasos: 7 inversiones pericéntricas y una adición de heterocromatina en el brazo q del cromosoma 12.

Este tipo de rearrreglo estructural afecta el número fundamental, representa una forma común de variabilidad cromosómica en roedores y frecuentemente es un componente de evolución cromosómica, como se ha observado en géneros como *Peromyscus*, *Reithrodontomys* y *Rattus*.

El análisis de los citotipos con tinción convencional, bandas C y G permitió concluir que:

- Existen doce nuevos citotipos de *R. megalotis*.
- En la población de El Rancho, Puebla se encuentra un citotipo con cromosoma B, condición que no había sido registrada antes.
- La variación en el $2n$ de *R. megalotis* se debe a la presencia de cromosomas B.
- Existe variación intrapoblacional, interpoblacional e interespecífica en *R. megalotis*.
- Con base en el análisis de componentes principales, de discriminantes y el dendrograma hay tres posibles grupos de subespecies: el primero en donde se encuentran *longicaudus* y *dychei*, el segundo que incluye a las subespecies *megalotis* y *amoles* y el tercero sólo a *saturatus*.
- Cada uno de estos tres grupos de subespecies estuvo asociado con un tipo de vegetación.
- Es probable que las subespecies *R. m. longicaudus* y *R. m. dychei* estén en un proceso de diferenciación debida a las barreras geográficas y a los diferentes tipos de vegetación que predominan en sus respectivos hábitats.
- Posiblemente los rearrreglos cromosómicos estén asociados con un proceso de especiación incipiente en las poblaciones de *R. m. saturatus* del centro de México.
- Con base en los resultados se apoya la hipótesis de Engstrom *et al.*, (1981) de elevar a la categoría de especie a *R. m. amoles*.

- La variación intrapoblacional pudiera estar relacionada con la perturbación del hábitat que ha conducido a la fragmentación del bosque mesófilo de montaña; de ser así, respondería al modelo de especiación simpátrica.
- El hecho de que existan doce citotipos en poblaciones cercanas, podría sugerir la presencia de los polimorfismos flotantes del modelo estasipátrico de White (1968).
- La variación interpoblacional registrada quizá esté asociada con barreras geográficas, por lo que, el modelo de especiación correspondería al alopátrico.

Del análisis del patrón de bandas C se concluyó que:

- La variación en la morfología de los cromosomas se puede explicar por adiciones de heterocromatina intercalar y brazos cortos completamente heterocromáticos.
- Las adiciones de heterocromatina juegan un papel importante en la evolución cromosómica de esta especie.
- Es probable que a partir del cariotipo primitivo hayan ocurrido un total de 13 adiciones de heterocromatina para que se originara el cariotipo de *R. megalotis*.

Finalmente el análisis de bandas G permitió concluir que:

- La variación en la morfología de los cromosomas se puede explicar por la ocurrencia de rearrreglos cromosómicos de tipo inversión pericéntrica.

- A partir del cariotipo primitivo es posible que hayan ocurrido 21 rearrreglos siete inversiones pericéntricas, además de las 14 adiciones de heterocromatina, para que se originara el cariotipo de *R. megalotis*.

5.1.2.2 *Reithrodontomys sumichrasti*

De *R. sumichrasti* se utilizaron 38 ejemplares provenientes de 12 poblaciones: de Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo; El Rancho, Teziutlán, Cuahutlamingo y Alhuaca, del estado de Puebla; Zacualpan, del Edo. de México; Mesa de la Yerba, de Veracruz; Mil Cumbres y Dos Aguas, del estado de Michoacán; El Tejocote en Guerrero y Cerro Tzontehuitz, Chiapas.

Los resultados están ordenados por la ubicación geográfica de las poblaciones de Norte a Sur y de mayor a menor número diploide. Se describen primero los cariotipos con tinción de Giemsa, después los de bandas C y finalmente los de bandas G.

Población de Río Chiflón, Hidalgo

De los cuatro ejemplares de *R. sumichrasti* colectados en esta localidad se contaron un total de 149 mitosis y el número diploide fue $2n=42$ y $NF=80$ (Tabla 17). En estos ejemplares se observó variación en la morfología de los cromosomas por lo que a continuación se describen los dos citotipos encontrados en esta población.

El citotipo 1 presentó 17 pares de cromosomas metacéntricos (del 4 al 20) y 3 submetacéntricos (1, 2 y 3); el X fue submetacéntrico (Figuras 73 y 74) (Apéndice 23).

De este ejemplar se obtuvieron preparaciones con tinción diferencial de bandas C en las que se observó heterocromatina en la región centromérica de los cromosomas 13, 15, 17, 19, y 20, constituyendo por completo al brazo p de los cromosomas del 1 al 12, y también al q de los pares 14, 16, y 18; el cromosoma X presentó el brazo q completamente heterocromático (Figuras 75 y 76).

Figura 73. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Río Chiflón, Hidalgo $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 74. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Río Chiflón, Hidalgo, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos y el X submetacéntrico.

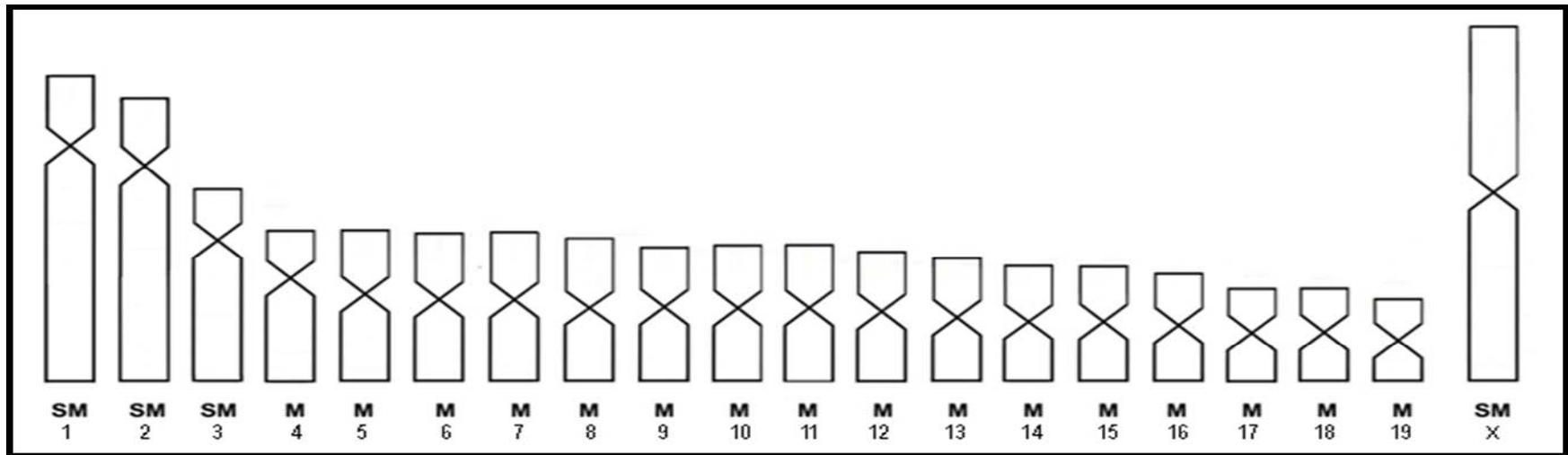
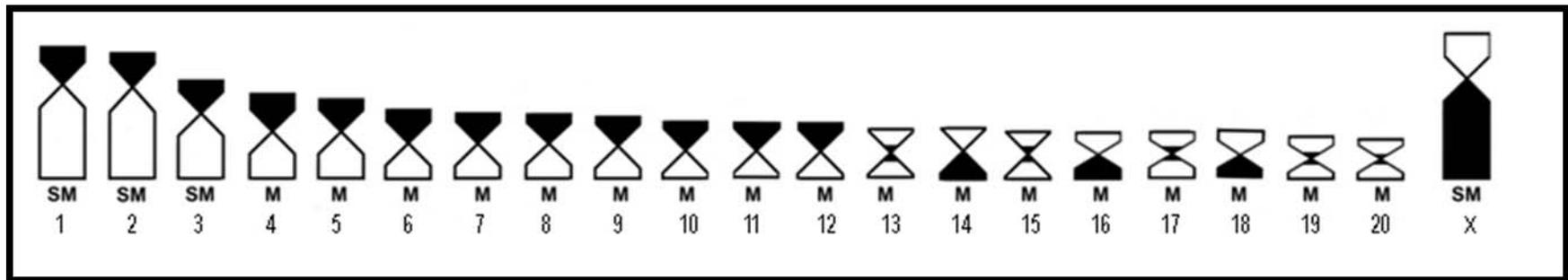


Figura 75. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de Río Chiflón, Hidalgo.



Figura 76. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de Río Chiflón, Hidalgo.

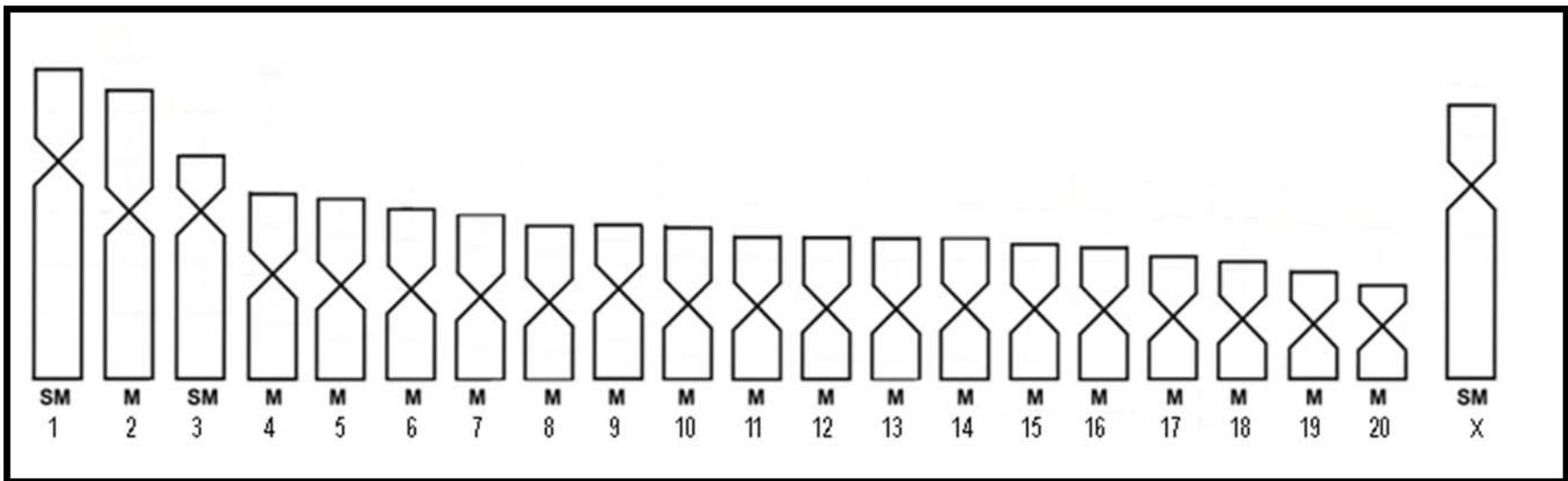


El citotipo 2 tuvo 18 pares de metacéntricos y 2 submetacéntricos que fueron el 1 y 3; el X fue submetacéntrico grande (Figuras 77 y 78) (Apéndice 24). De este ejemplar no se obtuvieron preparaciones con ningún tipo de tinción diferencial (bandas C ni G).

Figura 77. Citotipo 2 de *R. sumichrasti* de Río Chiflón, Hidalgo $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 78. Ideograma del citotipo 2 de *R. sumichrasti* de Río Chiflón, Hidalgo, con 36 metacéntricos, cuatro submetacéntricos y el X submetacéntrico.



En la población de Río Chiflón, Hidalgo existe variabilidad en la morfología de los cromosomas encontrándose 34 ó 36 cromosomas metacéntricos y cuatro o seis submetacéntricos (Tabla 17) debida únicamente a la morfología del par 2 que en el citotipo 1 es metacéntrico y en el 2 es submetacéntrico (Tabla 18).

<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>		
Localidad	Río Chiflón, Hidalgo	
Citotipos	1	2
2n	42	42
NF	80	80
Metacéntricos	34	36
Submetacéntricos	6	4
Subtelocéntricos	0	0
Autosomas		
Birrámeos	40	40
Sexual X	SM	SM
Sexual Y	---	--
Pares que presentan Bandas C (+)		
Centrómero	5 pares (13, 15, 17, 19, y 20)--	--
Brazo p	12 pares (1 al 12)	--
Brazo q	3 pares (14, 16, y 18)	--
Cromosoma X	brazo q completamente heterocromático--	--

Tabla 17. Características de los dos citotipos descritos para *R. sumichrasti* de la localidad de Río Chiflón, Hidalgo.

Citotipos	2n	NF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	Y
1	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	---
2	42	80	SM	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	---

Tabla 18. Características morfológicas de los dos citotipos descritos de *R. sumichrasti* de la localidad de Río Chiflón, Hidalgo.

Población de Los Tules, Hidalgo

De los dos ejemplares de *R. sumichrasti* colectados en esta localidad se contaron un total de 130 mitosis, el número diploide fue $2n=42$ y $NF=80$. Se encontraron dos citotipos que se describen a continuación.

El citotipo 1 presentó 17 pares metacéntricos (del 4 al 20), dos submetacéntricos (2 y 3); un subtlocéntrico (par 1); el X fue submetacéntrico grande y el Y submetacéntrico mediano (Figuras 79 y 80) (Apéndice 25).

De este ejemplar también se obtuvieron preparaciones con tinción de bandas C, en las que se observó heterocromatina en la región centromérica de los cromosomas 13, 15, 17, 19, y 20; constituyendo por completo al brazo p de los pares 1 al 12 y también al q de los pares 14, 16 y 18; los sexuales X e Y presentaron el brazo q completamente heterocromático (Figuras 81 y 82).

Figura 79. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Los Tules, Hidalgo $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 80. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Los Tules, Hidalgo con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, un subtlocéntrico y el X e Y submetacéntricos.

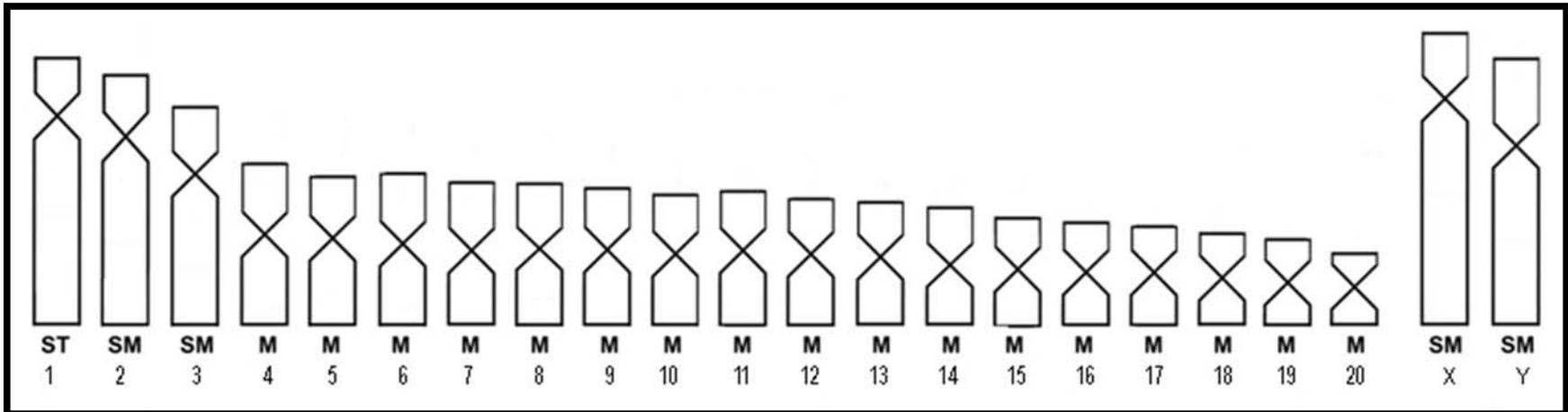
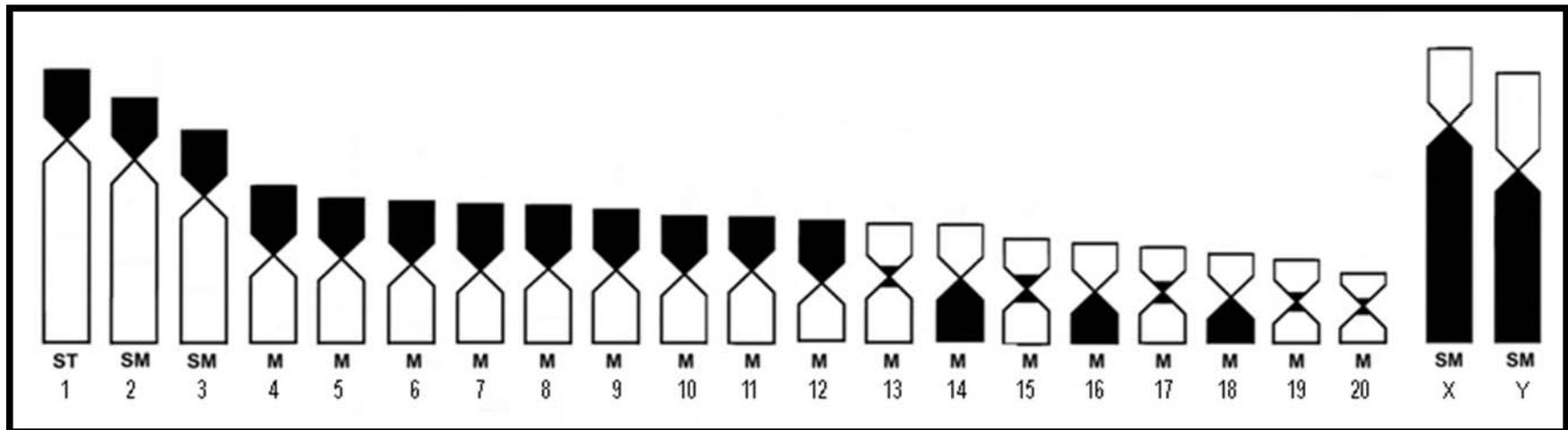


Figura 81. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de Los Tules, Hidalgo.



Figura 82. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de Los Tules, Hidalgo.



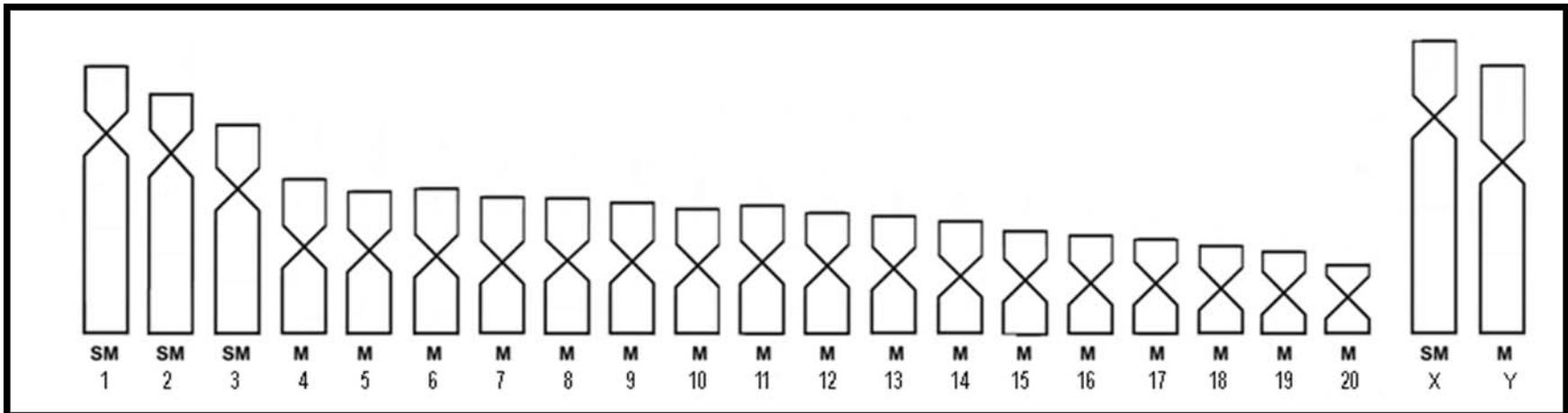
En el citotipo 2 se encontraron 17 pares de cromosomas metacéntricos (del 4 al 20) y tres submetacéntricos (1, 2 y 3); el X fue submetacéntrico grande y el Y metacéntrico mediano (Figuras 83 y 84) (Apéndice 26).

De este ejemplar no se obtuvieron preparaciones con ningún tipo de bandas.

Figura 83. Citotipo 2 de *R. sumichrasti* de Los Tules, Hidalgo $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 84. Ideograma del citotipo 2 de *R. sumichrasti* de Los Tules, Hidalgo, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos, el X submetacéntrico y el Y metacéntrico.



En la población de Los Tules, se observó variación en la morfología de los cromosomas pues se encontraron citotipos con cuatro o seis submetacéntricos y ninguno o con sólo un par de subtelocéntricos. El cromosoma Y fue metacéntrico o submetacéntrico (Tabla 19).

Al realizar la comparación morfológica de los dos citotipos descritos, se encontró que el par 1 y el Y son los más variables (Tabla 20).

El par cromosómico 1 en el citotipo 1 es subtelocéntrico y submetacéntrico en el citotipo 2. El cromosoma Y en el citotipo 1 es submetacéntrico y en el 2 es metacéntrico.

<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>		
Localidad	Los Tules, Hidalgo	
Citotipos	1	2
2n	42	42
NF	80	80
Autosomas		
Monorrámeos	0	0
Metacéntricos	34	34
Submetacéntricos	4	6
Subtelocéntricos	2	0
Autosomas		
Birrámeos	40	40
Sexual X	SM	SM
Sexual Y	SM	M
Pares que presentan Bandas C (+)		
Centrómero	5 pares (13, 15, 17, 19, y 20)	
Brazo p	12 pares (1 al 12)	
Brazo q	3 pares (14, 16, y 18)	
Cromosoma X e Y	brazo q completamente heterocromático	

Tabla 19. Características de los dos citotipos descritos para *R. sumichrasti* de la localidad de Los Tules, Hidalgo.

Citotipos	2n	NF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	Y
1	42	80	ST	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	SM
2	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	M

Tabla 20. Características morfológicas de los dos citotipos descritos de *R. sumichrasti* de la localidad de Los Tules, Hidalgo.

Población de El Rancho, Puebla

De los cinco ejemplares de *R. sumichrasti* colectados en esta localidad se contaron un total de 245 mitosis; todos tuvieron número diploide $2n=42$ y $NF=80$ pero se observó variación en la morfología de los cromosomas encontrándose cuatro citotipos.

El citotipo 1 presentó 17 pares metacéntricos (del 4 al 20) y tres submetacéntricos (1, 2 y 3); el X fue subtelocéntrico grande y el Y submetacéntrico mediano (Figuras 85 y 86) (Apéndice 27).

El material cromosómico de este espécimen permitió obtener también preparaciones con tinción de bandas G que se encontraron en la región centromérica de los cromosomas 10, 11, 12 y 15; en forma de una banda intercalar en los brazos p de los pares, 1, 3, 6 y 16; y también en el brazo q de los cromosomas 6, 10, 13, 14, 17, 18, 19 y 20; y dos bandas en ese mismo brazo en los pares 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 9. El cromosoma X presentó una banda en el telómero del brazo p, otra en la región centromérica, una intercalar en el brazo q y una más en el telómero de este mismo brazo; el Y mostró dos bandas intercalares en el brazo q (Figura 87 y 88).

Figura 85. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* de El Rancho, Puebla $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 86. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* de El Rancho, Puebla, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos, el X subtlocéntrico y el Y submetacéntrico.

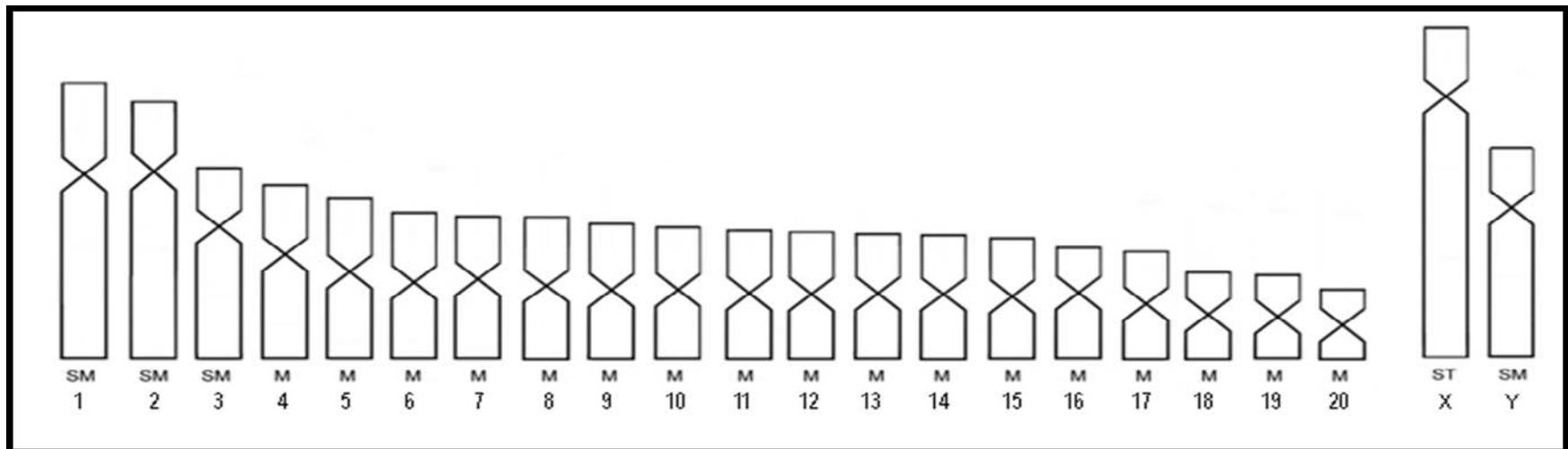
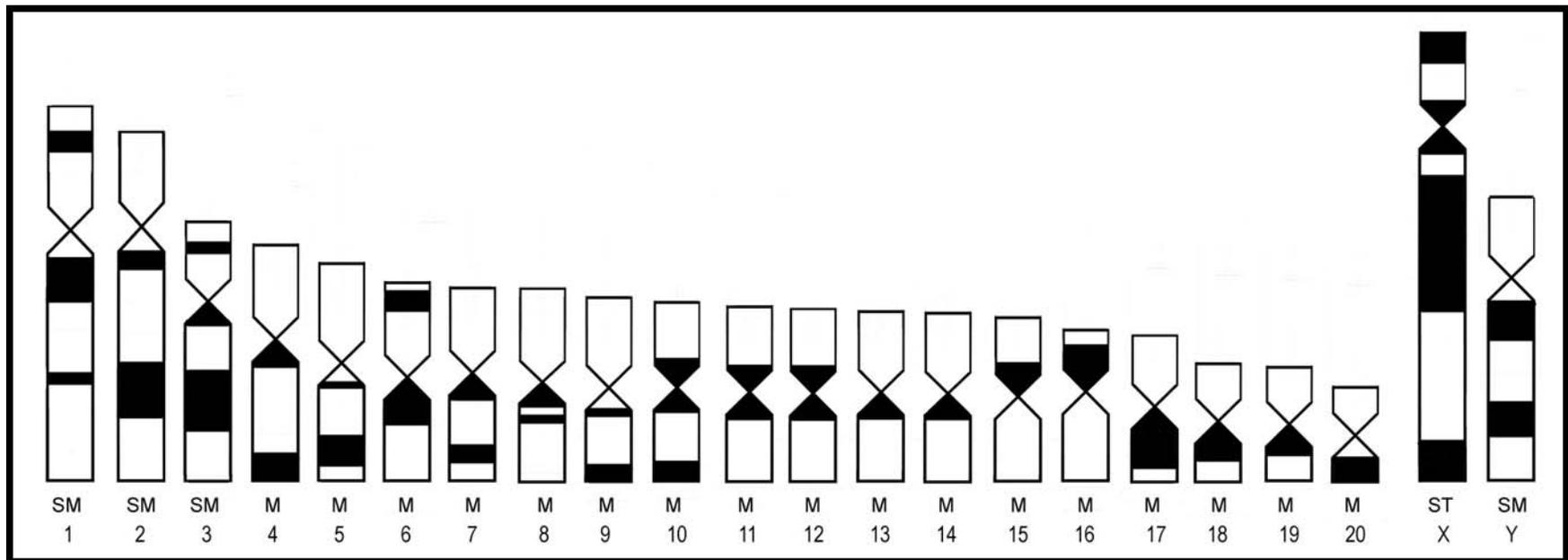


Figura 87. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



Figura 88. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



En el citotipo 2 se encontraron 17 pares de cromosomas metacéntricos (del 4 al 20), dos submetacéntricos (el 1 y 3), y un subtelocéntrico (par 2); el X fue subtelocéntrico grande (Figuras 89 y 90) (Apéndice 28).

De este ejemplar se obtuvieron preparaciones con tinción de bandas G, que se encontraron en la región centromérica de los cromosomas 9, 10, 11, 12, 15, 19 y 20; en forma de una banda intercalar en los brazos p de los pares, 4 y 13; así como en el brazo q de los cromosomas 5, 6, 8, 13, 14, 16, 17 y 18; y dos bandas en ese mismo brazo los pares 1, 2, 3 y 7. El cromosoma X presentó dos bandas intercalares en el brazo q (Figuras 91 y 92).

Figura 89. Citotipo 2 de *R. sumichrasti* de El Rancho, Puebla $2n=42$ y $NF=80$.

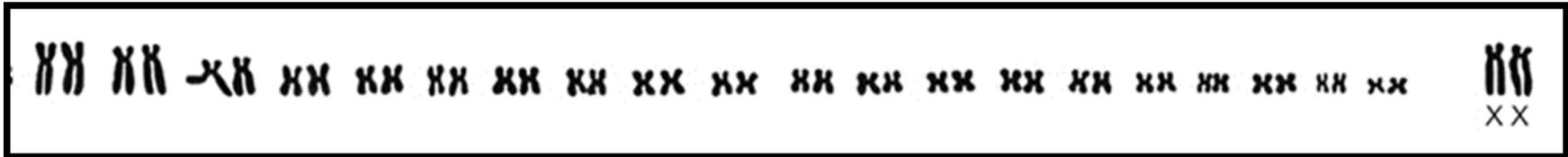


Figura 90. Ideograma del citotipo 2 de *R. sumichrasti* de El Rancho, Puebla, con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, un subtlocéntrico y el X subtlocéntrico.

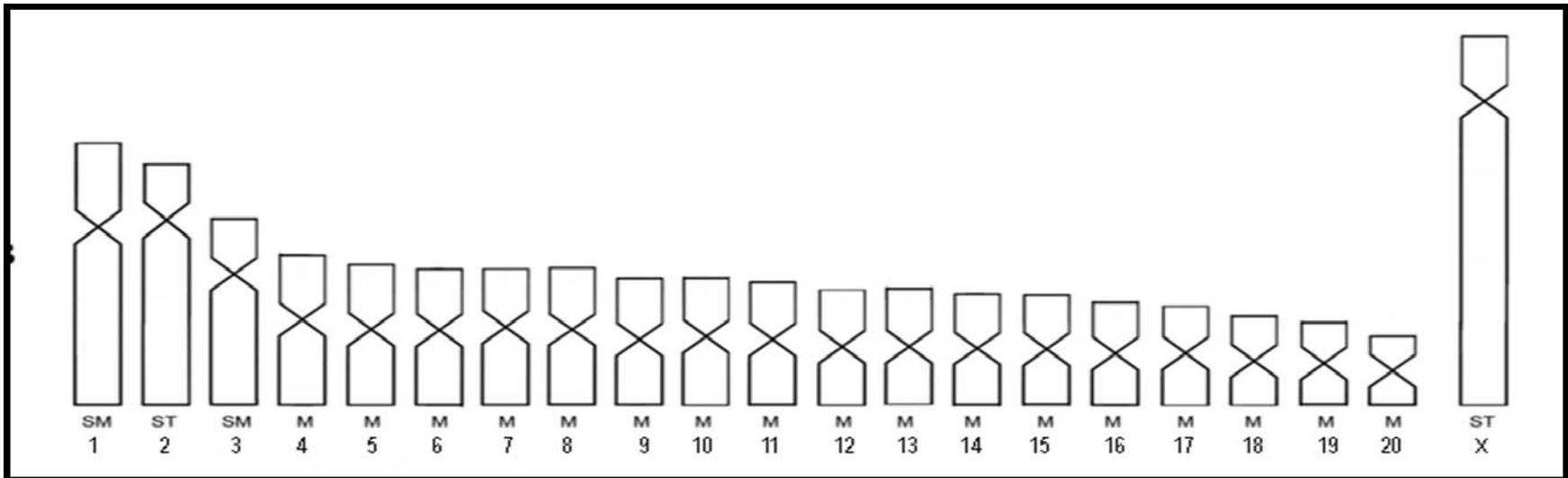
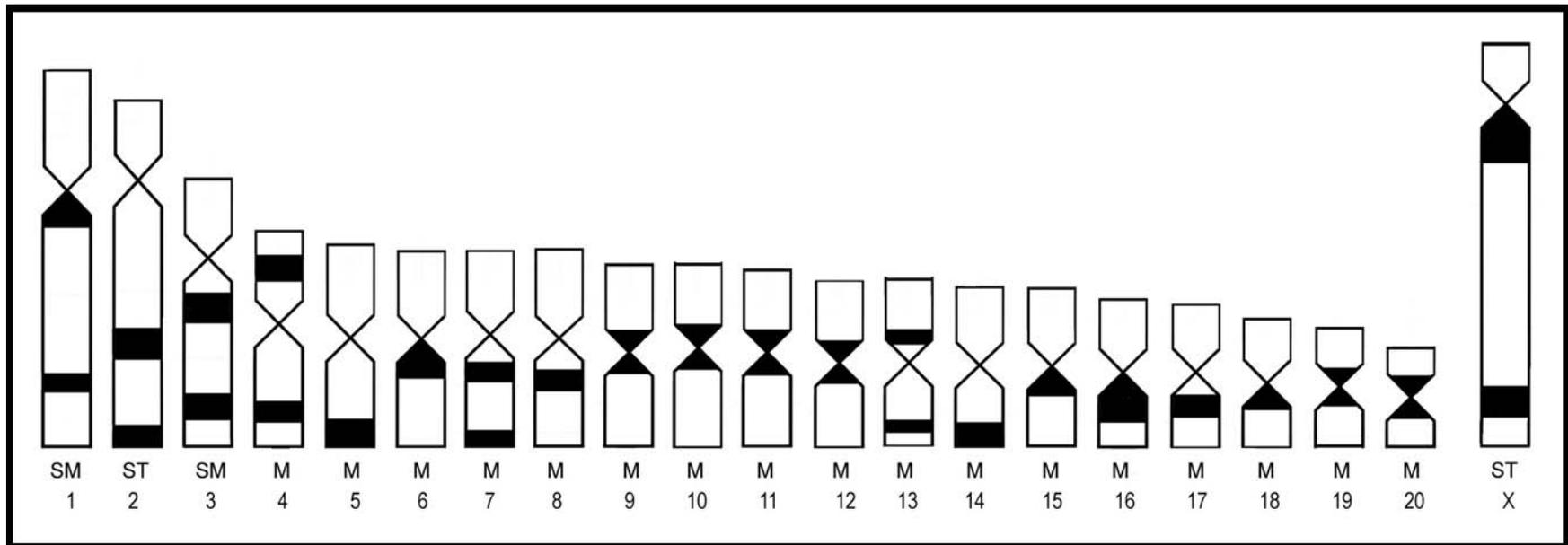


Figura 91. Citotipo 2 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



Figura 92. Ideograma del citotipo 2 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



El citotipo 3 presentó 17 pares metacéntricos (del 4 al 20) y tres submetacéntricos (los pares 1, 2 y 3); el X fue metacéntrico grande y el Y submetacéntrico mediano (Figuras 93 y 94) (Apéndice 29).

En las preparaciones de este ejemplar con tinción de bandas C se observó heterocromatina en la región centromérica de los cromosomas 13, 15, 17, 19, y 20, constituyendo por completo al brazo p de los cromosomas del 1 al 8, 10, 12 y 18; también al q de los pares 9, 11, 14 y 16; los cromosomas sexuales X e Y presentaron el brazo q completamente heterocromático (Figuras 95 y 96).

De este espécimen también se obtuvieron preparaciones con tinción de bandas G que se encontraron en la región centromérica del cromosoma 15; en forma de una banda intercalar así como en los brazos p de los pares, 1, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 17 y 18; una banda intercalar en el brazo q de los cromosomas 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 18, 19 y 20; dos bandas en ese mismo brazo los pares 1, 2, 3, 6, 8, 11 y 13. El cromosoma X presentó una banda en la región centromérica y otra intercalar en el brazo q y el Y una banda intercalar en el brazo q (Figuras 97 y 98).

Figura 93. Citotipo 3 de *R. sumichrasti* de El Rancho, Puebla $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 94. Ideograma del citotipo 3 de *R. sumichrasti* de El Rancho, Puebla, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos y el X y el Y submetacéntricos.

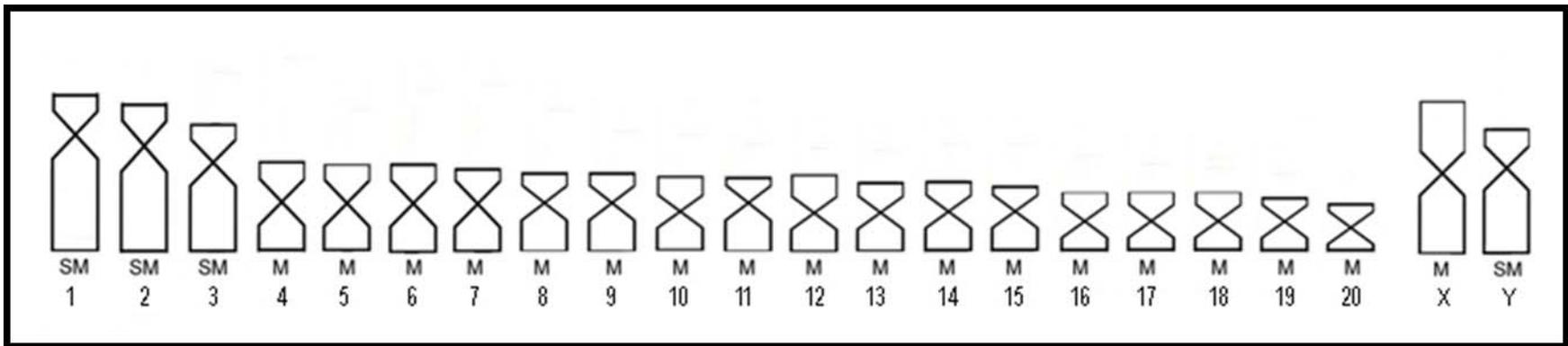


Figura 95. Citotipo 3 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de El Rancho, Puebla.



Figura 96. Ideograma del citotipo 3 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de El Rancho, Puebla.

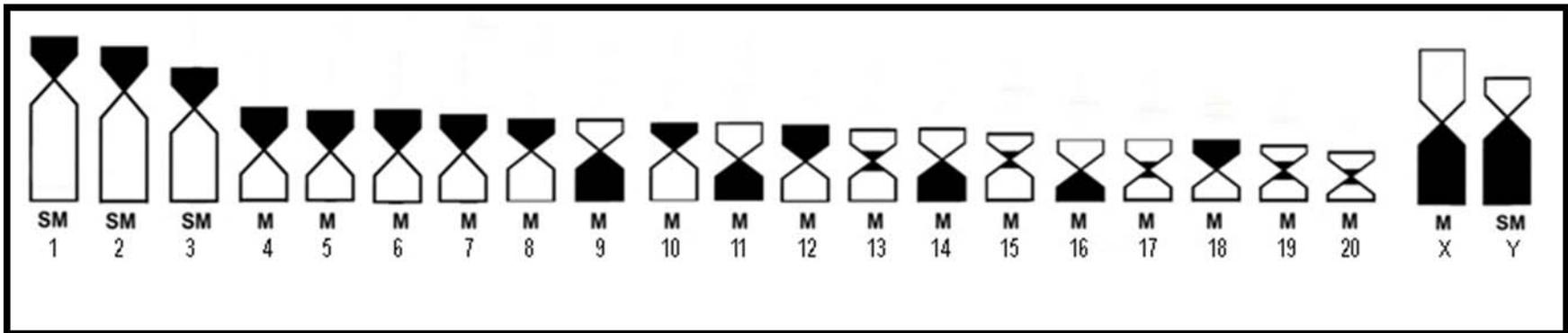
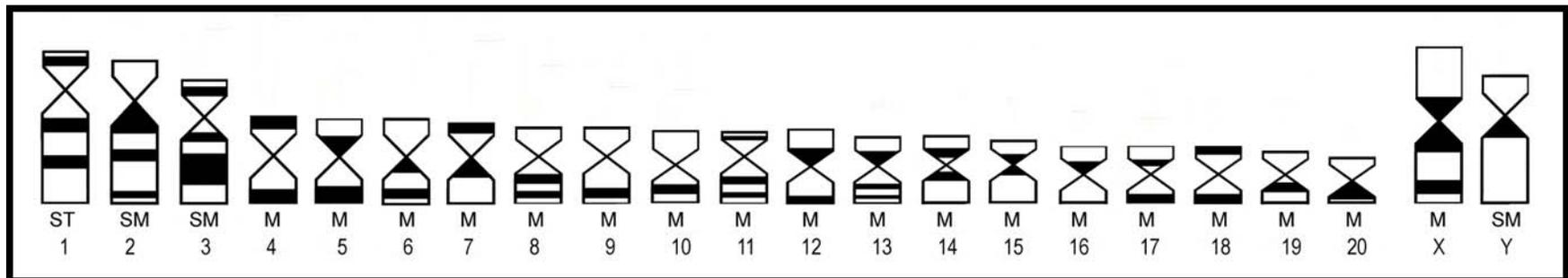


Figura 97. Citotipo 3 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.



Figura 98. Ideograma del citotipo 3 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas G de El Rancho, Puebla.

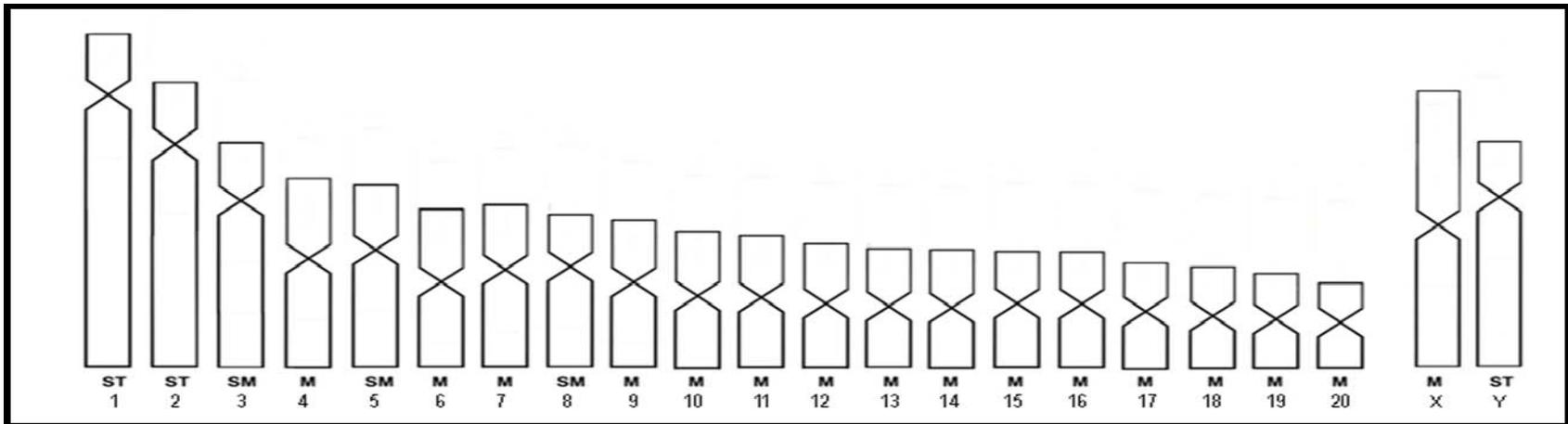


El citotipo 4 tuvo 15 pares metacéntricos, tres submetacéntricos (3, 5 y 8), y dos subtelocéntricos (1 y 2), el X fue metacéntrico y el Y subtelocéntrico (Figuras 99 y 100) (Apéndice 30).

Figura 99. Citotipo 4 de *R. sumichrasti* de El Rancho, Puebla $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 100. Ideograma del citotipo 4 de *R. sumichrasti* de El Rancho, Puebla, con 30 metacéntricos, seis submetacéntricos, dos subtelocéntricos, el X metacéntrico y el Y subtelocéntrico.



Como se puede observar en la Tabla 21 en la población de El Rancho, Puebla los números diploide $2n=42$ y fundamental $NF=80$ fueron constantes en todos los citotipos, la variación que se encontró fue sólo en la morfología de los cromosomas pues se encontraron citotipos con 30 ó 34 cromosomas metacéntricos, cuatro o seis submetacéntricos y ninguno, dos ó cuatro subtelocéntricos. También los cromosomas sexuales variaron pues el X fue subtelocéntrico o metacéntrico y el Y submetacéntrico o subtelocéntrico.

Se realizó la comparación morfológica de los cuatro citotipos descritos, encontrándose que los pares más variables en esta población son el 1, 2, 5, 8 y los sexuales X e Y (Tabla 22).

El par cromosómico 1 en los citotipos 1, 2 y 3 fue submetacéntrico y en el citotipo 4 subtelocéntrico. El cromosoma 2 en los citotipos 1 y 3 fue submetacéntrico, en el 2 y 4 fue subtelocéntrico.

Los cromosomas 5 y 8 en los citotipos 1, 2 y 3 son metacéntricos, mientras que en el citotipo 4 son submetacéntricos.

El cromosoma X en los citotipos 1 y 2 fue subtelocéntrico mientras que en el 3 y 4 fue metacéntrico. El cromosoma Y en los citotipos 1 y 3 fue submetacéntrico, mientras que en el 4 fue subtelocéntrico.

<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>				
Localidad				
	El Rancho, Puebla			
Citotipos	1	2	3	4
2n	42	42	42	42
NF	80	80	80	80
Metacéntricos	34	34	34	30
Submetacéntricos	6	4	6	6
Subtelocéntricos	0	2	0	4
Autosomas				
Birrámeos	40	40	40	40
Sexual X	ST	ST	M	M
Sexual Y	SM	--	SM	ST
Pares que presentan Bandas C (+)				
Centrómero	--	--	5 pares (13, 15, 17, 19, y 20)	--
Brazo p	--	--	11 pares (1 al 8, el 10, 12 y 18)	--
Brazo q	--	--	4 pares (9, 11, 14 y 16)	--
Cromosoma X e Y	--	--	Brazo q completamente heterocromático	--
Pares que presentan bandas G (+)				
Centrómero	4 pares (10, 11, 12 y 15;)	7 pares (9, 10, 11, 12, 15, 19 y 20)	par (15)	--
Intercalar en p (1 banda)	4 pares (1, 3, 6, y 16)	2 pares (4 y 13)	12 pares (1, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 17 y 18)	--
Intercalar en q (1 banda)	8 pares (6, 10, 13, 14, 17, 18, 19 y 20)	8 pares (5, 6, 8, 13, 14, 16, 17 y 18)	11 pares (4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 18, 19 y 20)	--
Intercalar en q (2 bandas)	8 pares (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 9)	4 pares (1, 2, 3 y 7)	7 pares (1, 2, 3, 6, 8, 11 y 13)	--
Cromosoma X				--
Centrómero	✓	--	✓	--
Intercalar en q (1 banda)	✓	--	✓	--
Intercalar en q (2 bandas)	--	✓	--	--
Telómero de p	✓	--	--	--
Telómero de q	✓	--	--	--
Cromosoma Y				--
Intercalar en q (1 banda)	--	--	✓	--
Telómero de q	✓	--	--	--

Tabla 21. Características de los cuatro citotipos descritos para *R. sumichrasti* de la localidad de El Rancho, Puebla.

Citotipos	2n	NF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	Y	
1	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	ST	SM
2	42	80	SM	ST	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	ST	--
3	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM
4	42	80	ST	ST	SM	M	SM	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	ST

Tabla 22 Características morfológicas de los cuatro citotipos descritos de *R. sumichrasti* de la localidad de El Rancho, Puebla.

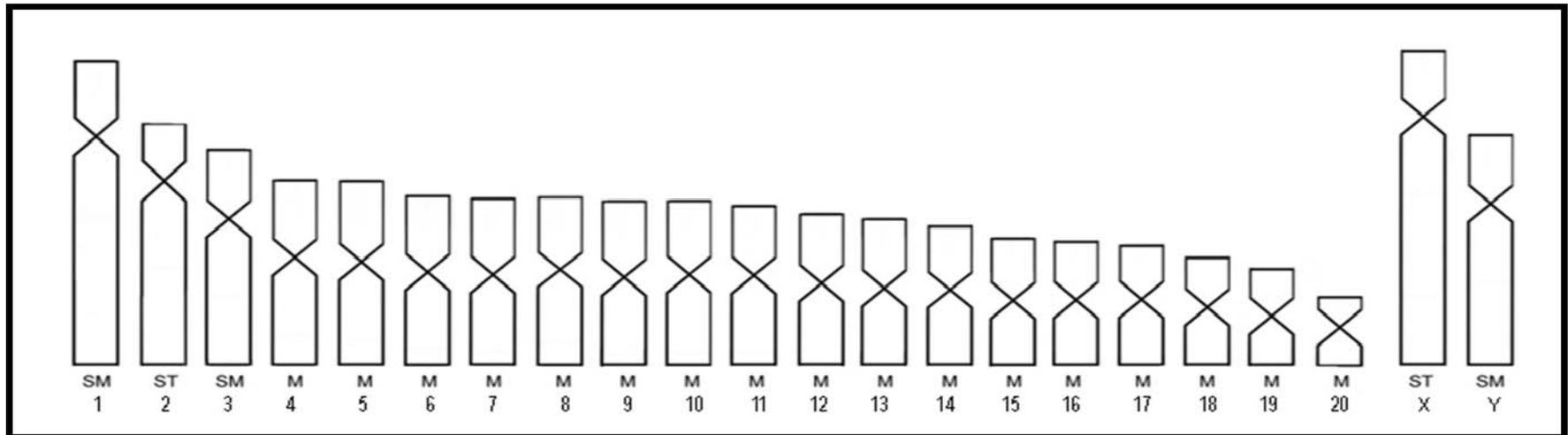
Población de El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla

Del único espécimen macho colectado en esta localidad se contaron en total 74 mitosis y el número modal fue $2n=42$, el cariotipo presentó $NF=80$ brazos, con 17 pares metacéntricos (del 4 al 20), dos submetacéntricos (1 y 3) y un subtelocéntrico (par 2); el X fue subtelocéntrico grande y el Y submetacéntrico mediano (Figuras 101 y 102) (Apéndice 31).

Figura 101. Cariotipo de *R. sumichrasti* de El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 102. Ideograma del cariotipo de *R. sumichrasti* de El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla, con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, dos subtelocéntricos, el X subtelocéntrico y el Y submetacéntrico.



Población de Cuahutlamingo, Puebla

El único ejemplar colectado en esta localidad fue macho del que se contaron en total 78 mitosis y el número modal fue $2n=42$; el cariotipo presentó $NF=78$ brazos, con 17 pares metacéntricos (el 1, del 4 al 18 y el 20), dos submetacéntricos (2 y 3) y un acrocéntrico (par 19); el X fue submetacéntrico grande y el Y submetacéntrico mediano (Figuras 103 y 104) (Apéndice 32).

Figura 103. Cariotipo de *R. sumichrasti* de Cuahutlamingo, Puebla $2n=42$ y $NF=78$.

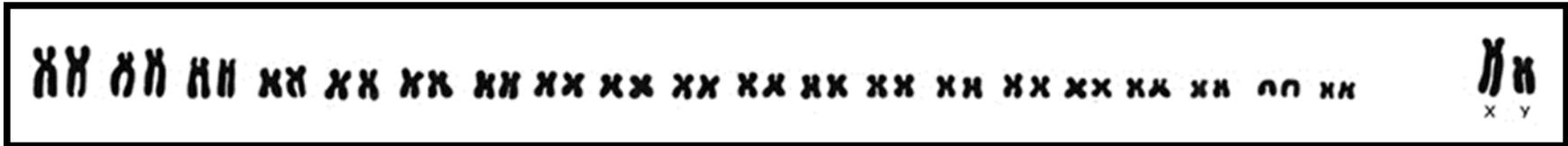
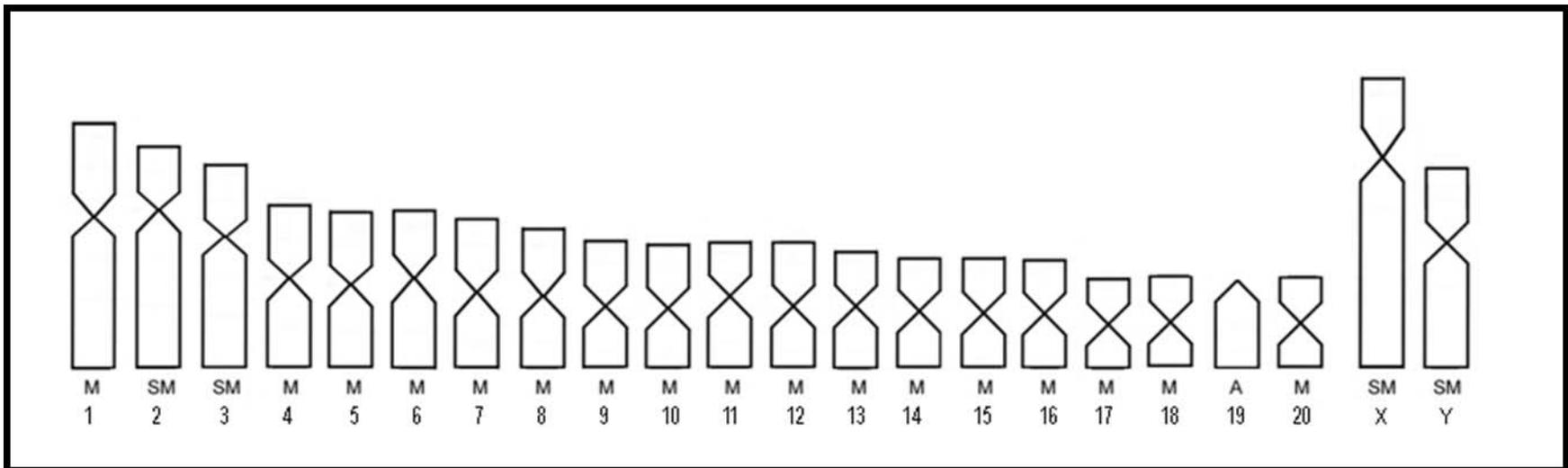


Figura 104. Ideograma del cariotipo de *R. sumichrasti* de Cuahutlamingo, Puebla, con 34 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, un acrocéntrico, el X y el Y submetacéntricos.



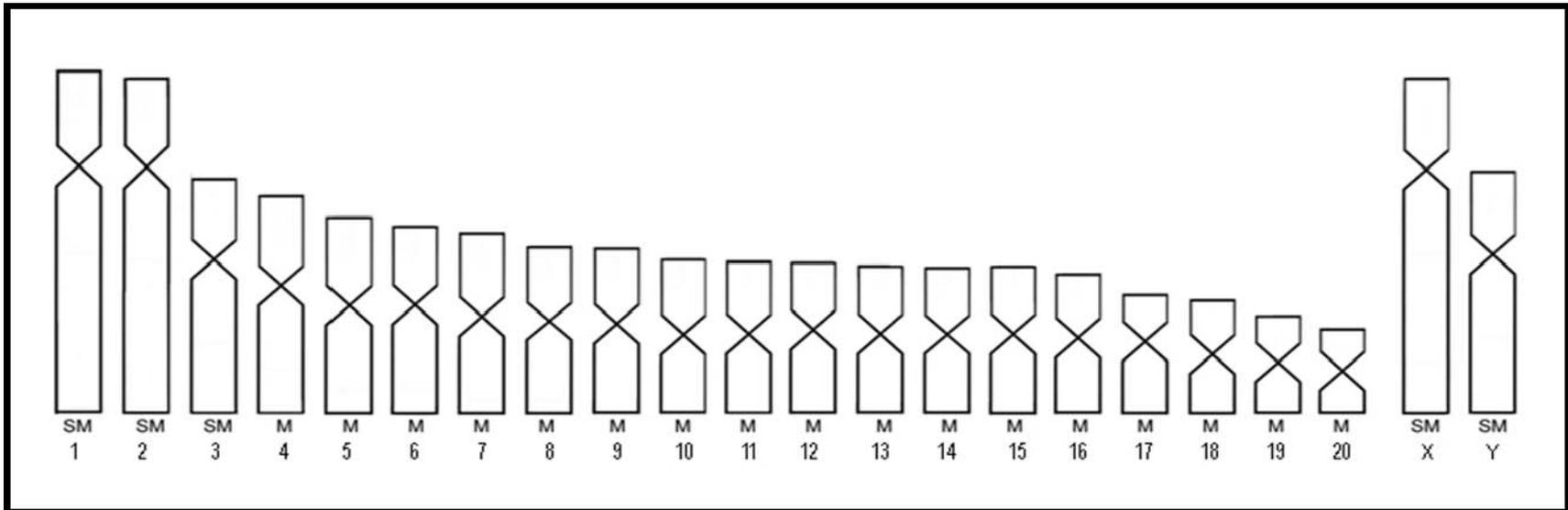
Población de Alhuaca, Puebla

Sólo se colectó un ejemplar en este lugar, un macho del cual se contaron en total 35 mitosis y el número modal fue $2n=42$; el cariotipo presentó $NF=80$ brazos, con 17 pares metacéntricos (del 4 al 20) y tres submetacéntricos (1, 2 y 3). El X fue submetacéntrico grande y el Y submetacéntrico mediano (Figuras 105 y 106) (Apéndice 33).

Figura 105. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Alhuaca, Puebla $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 106. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Alhuaca, Puebla, con 34 metacéntricos, seis submetacéntricos, el X y el Y submetacéntricos.



Población de Zacualpan, Estado de México

De los cinco ejemplares de *R. sumichrasti* colectados se contaron un total de 145 mitosis con número diploide $2n=42$ y $NF=80$; se observó variación en la morfología de los cromosomas distinguiéndose tres citotipos cuya descripción es la siguiente.

El citotipo 1 presentó 18 pares metacéntricos (del 3 al 20), un submetacéntrico (par 2) y un subtlocéntrico (par 1); el X fue submetacéntrico grande (Figuras 107 y 108) (Apéndice 34)

Las bandas G se observaron en la región centromérica de los cromosomas 15 y 16; en forma de una banda intercalar en los brazos p de los pares, 1, 2, 3 y 18; constituyendo el brazo p en los cromosomas 19 y 20; una banda intercalar en el brazo q de los cromosomas 5, 6, 7, 9, 12, 13, 14 y 17; cinco bandas intercalares en el brazo q del cromosoma 1; tres bandas intercalares en el brazo q del cromosoma 2 y dos bandas en ese mismo brazo de los pares 3, 4, 8, 10 y 11. El cromosoma X presentó dos bandas intercalares en el brazo p y cuatro en el brazo q; el Y una banda intercalar en el brazo p y dos en el q (Figuras 109 y 110).

Figura 107. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Zacualpan, Estado de México $2n=42$ y $NF=80$.

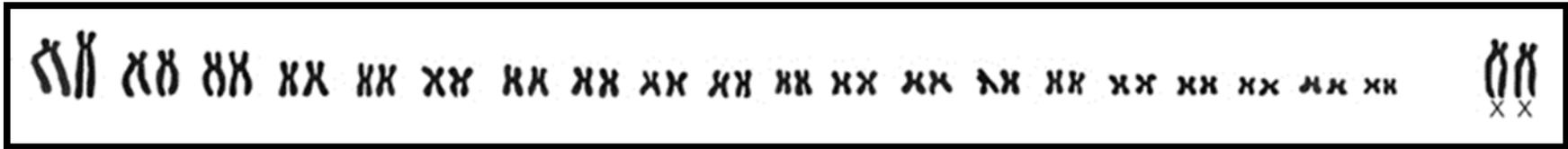


Figura 108. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Zacualpan, Edo. México, con 36 metacéntricos, dos submetacéntricos, un subtlocéntrico y el X submetacéntrico.

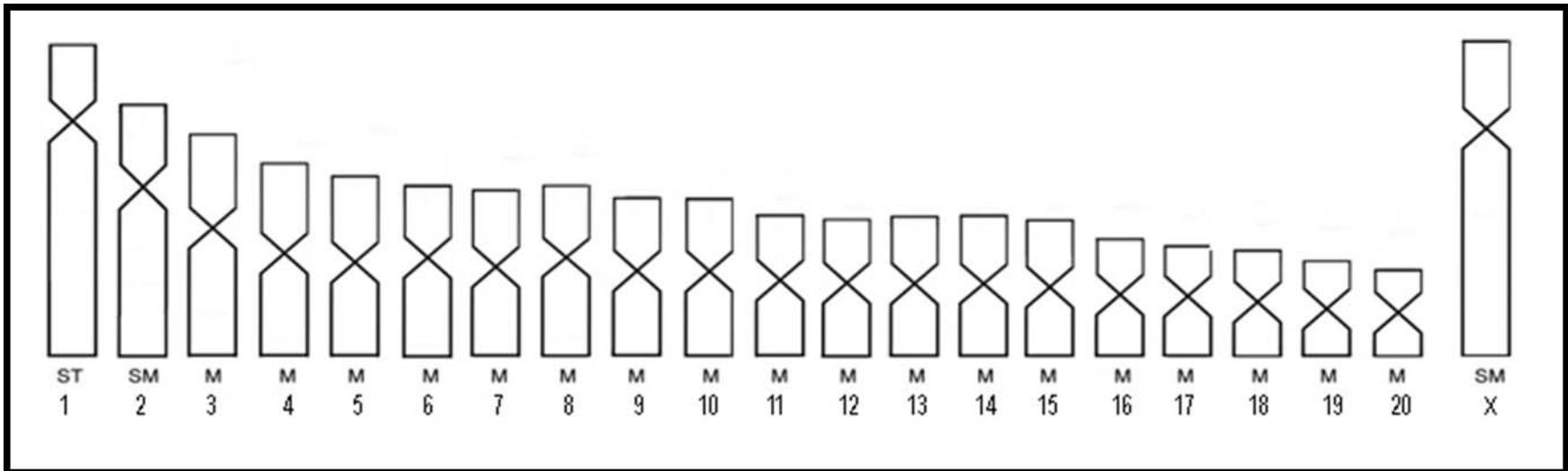
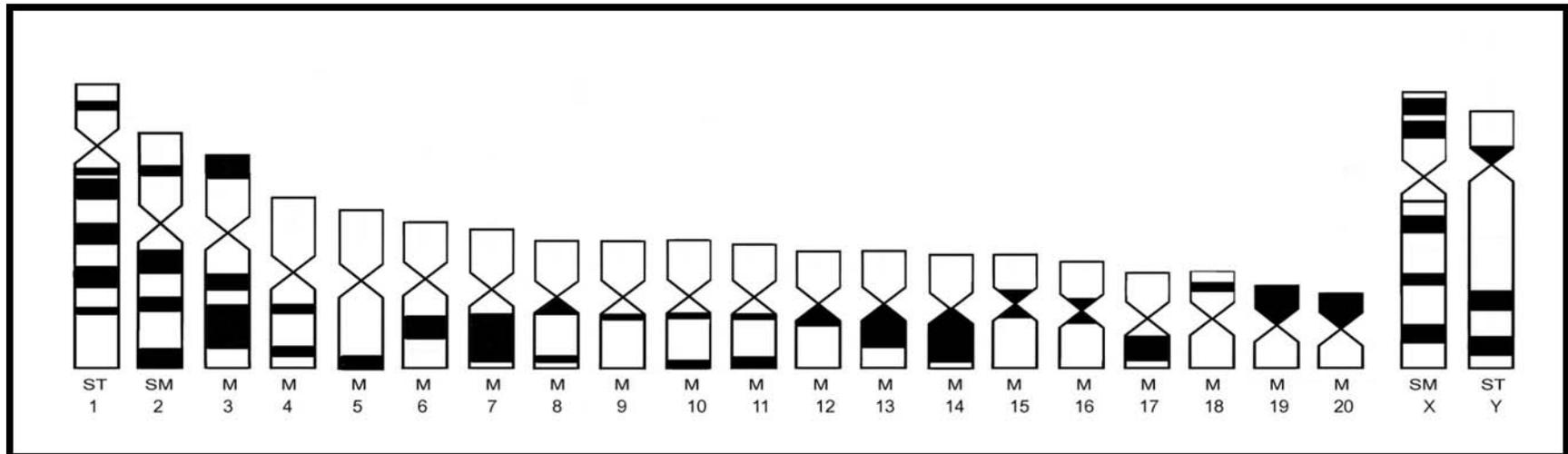


Figura 109. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas G de Zacualpan, Edo. México.



Figura 110. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas G de Zacualpan, Edo. México.



En el citotipo 2 se encontraron 18 pares de cromosomas metacéntricos (del 3 al 20) y dos submetacéntricos (1 y 2); el X e Y fueron metacéntricos (Figuras 111 y 112) (Apéndice 35).

También se obtuvieron preparaciones con tinción de bandas C, que se encontraron en la región centromérica de los pares 8, 15, 17, 19 y 20; constituyendo por completo al brazo p de los cromosomas del 1 al 7, el 10, 11 y 12, y también al q de los pares 9, 13, 14, 16 y 18. El cromosoma X presentó el brazo p completamente heterocromático y en el Y el q fue todo heterocromático (Figuras 113 y 114).

Figura 111. Citotipo 2 de *R. sumichrasti* de Zacualpan, Edo. México con $2n=42$ y $NF=80$.

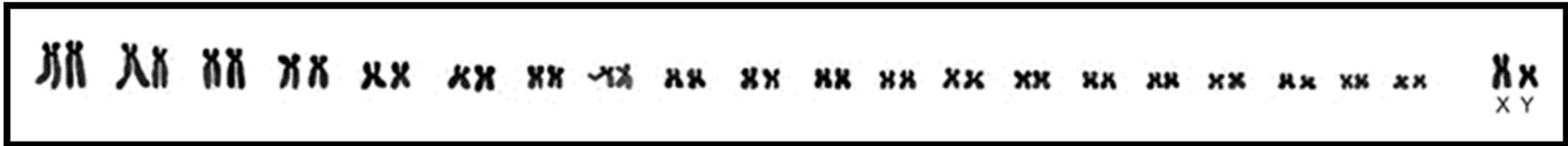
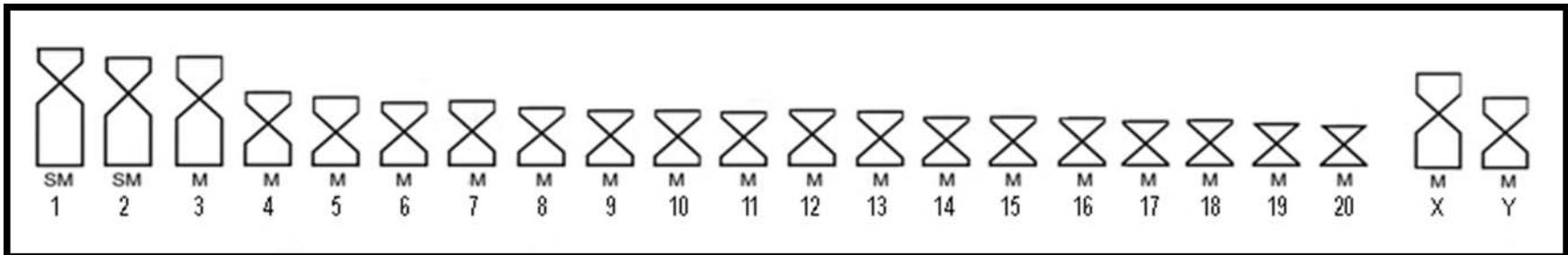


Figura 112. Ideograma del citotipo 2 de *R. sumichrasti* de Zacualpan, Edo. México, con 36 metacéntricos, cuatro submetacéntricos y los sexuales X e Y metacéntricos.



El citotipo 3 presentó 18 pares metacéntricos (el 2 y del 4 al 20) un submetacéntrico (par 3) y un subtelocéntrico (par 1); el X fue submetacéntrico grande y el Y subtelocéntrico mediano (Figuras 115 y 116) (Apéndice 36).

Las bandas C se encontraron en la región centromérica de los pares 8, 15, 17, 19 y 20; constituyendo por completo al brazo p de los cromosomas del 1 al 7, el 9, 10, 11 y 12; también al q de los pares 13, 14, 16 y 18. El brazo p del cromosoma X y el q del cromosoma Y fueron completamente heterocromáticos (Figuras 117 y 118).

Figura 115. Citotipo 3 de *R. sumichrasti* de Zacualpan, Edo. México $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 116. Ideograma del citotipo 3 de *R. sumichrasti* de Zacualpan, Edo. México, con 36 metacéntricos, dos submetacéntricos, un subtlocéntrico, el X submetacéntrico y el Y subtlocéntrico.

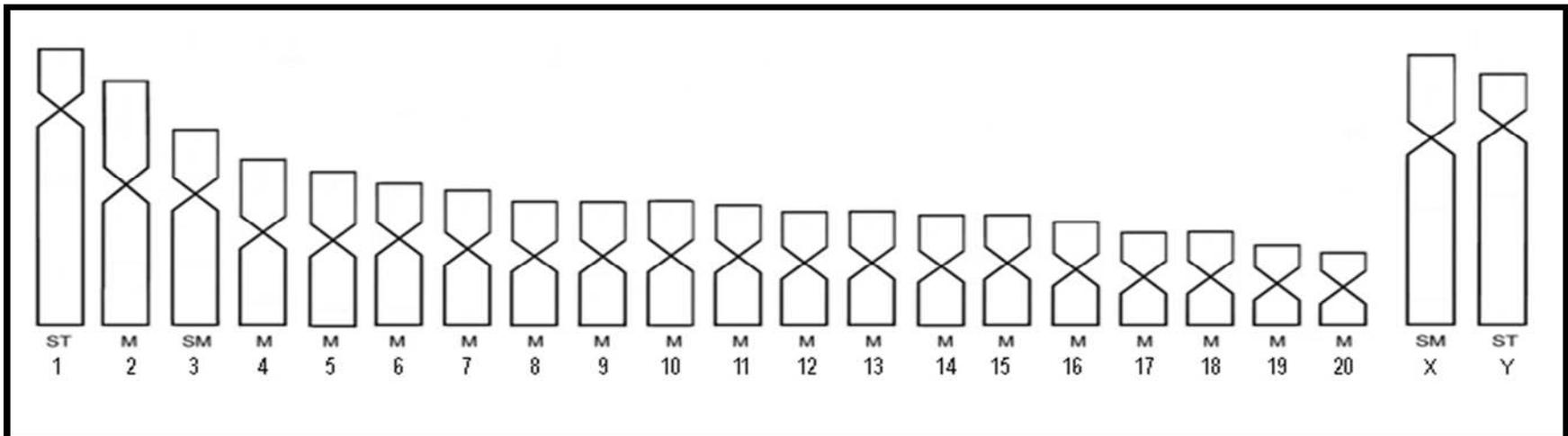
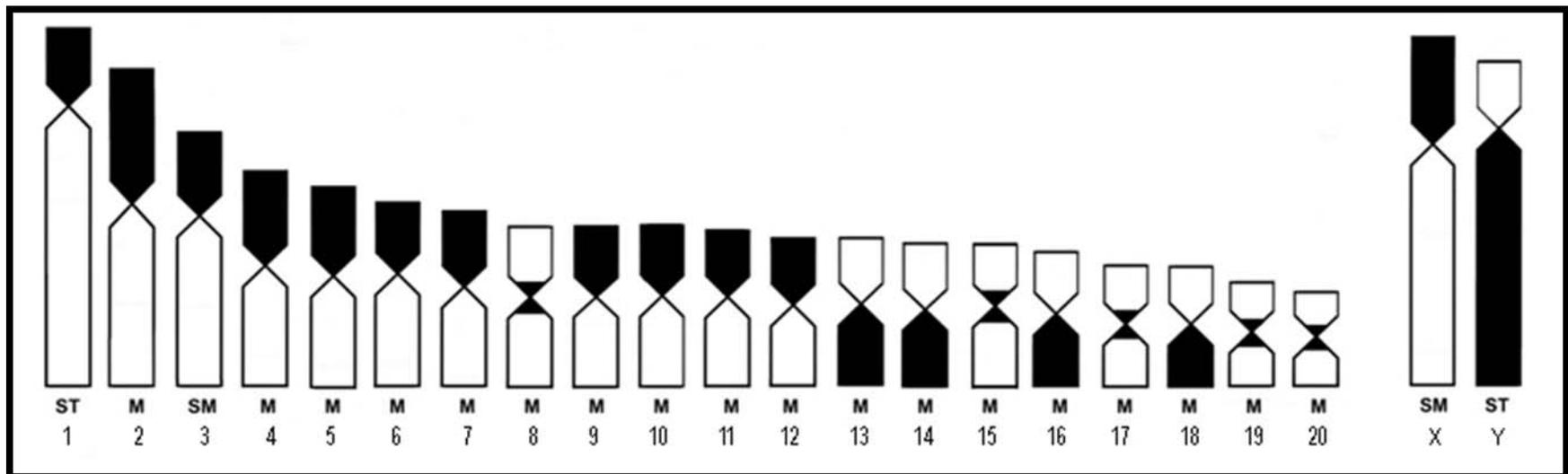


Figura 117. Citotipo 3 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de Zacualpan, Edo. México.



Figura 118. Ideograma del citotipo 3 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de Zacualpan, Edo. México.



En Zacualpan, Edo. de México el número diploide $2n=42$ y número fundamental $NF=80$ fueron constantes en todos los citotipos (Tabla 23). La variación que se encontró fue sólo en la morfología de los cromosomas encontrándose citotipos con dos o cuatro submetacéntricos y ninguno o dos subtelocéntricos; los cromosomas sexuales X e Y fueron metacéntricos submetacéntricos o subtelocéntricos (Tabla 24).

La comparación morfológica de los tres citotipos mostró que los pares más variables en esta población fueron el 1, 2, 3 y los sexuales X e Y (Tabla 25).

El par cromosómico 1 en los citotipos 1 y 3 fue subtelocéntrico mientras que en el citotipo 2 fue submetacéntrico

El cromosoma 2 en el citotipo 1 y 2 fue submetacéntrico mientras que en el 3 fue metacéntrico.

El par 3 en los citotipos 1 y 2 fue metacéntrico y en el citotipo 3 submetacéntrico.

El cromosoma X en los citotipos 1 y 3 fue submetacéntrico mientras que en el 2 fue metacéntrico. El cromosoma Y en el citotipo 2 fue metacéntrico y en el 3 fue subtelocéntrico

<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>			
Localidad			
Zacualpan, Edo. de México			
Citotipos	1	2	3
2n	42	42	42
NF	80	80	80
Metacéntricos	36	36	36
Submetacéntricos	2	4	2
Subtelocéntricos	2	0	2
Autosomas	40	40	40
Birrámeos			
Sexual X	SM	M	SM
Sexual Y	--	M	ST
Pares que presentan Bandas C (+)			
Centrómero	--	5 pares (8, 15, 17, 19 y 20)	5 pares (8, 15, 17, 19 y 20)
Brazo p	--	10 pares (1 al 7, el 10, 11 y 12)	11 pares (1 al 7, el 9, 10, 11 y 12)
Brazo q	--	5 pares (9, 13, 14, 16, y 18)	4 pares (13, 14, 16 y 18)
Cromosoma X	--	Brazo p completamente heterocromático	Brazo p completamente heterocromático
Cromosoma Y	--	Brazo q heterocromático	Brazo q completamente heterocromático
Pares que presentan bandas G (+)			
Centrómero	2 pares (15 y 16)	--	--
Brazo p	19 y 20	--	--
Intercalar en p (1 banda)	4 pares (1, 2, 3 y 18)	--	--
Intercalar en q (1 banda)	8 pares (5, 6, 7, 9, 12, 13, 14 y 17)	--	--
Intercalar en q (2 bandas)	5 pares (3, 4, 8, 10 y 11)	--	--
Intercalar en q (3 bandas)	cromosoma 2	--	--
Intercalar en q (5 bandas)	cromosoma 1	--	--
Cromosoma X			
Centrómero			
Intercalar en p(2 bandas)	✓		
Intercalar en q (4 bandas)	✓		
Cromosoma Y			
Intercalar en p (1 banda)	✓	--	--
Intercalar en q (2 bandas)	✓	--	--

Tabla 23. Características de los tres caracteres cromosómicos de los tres citotipos descritos para *R. sumichrasti* de la localidad de Zacualpan, Edo. México.

Citotipos	2n	NF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	Y
1	42	80	ST	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	--
2	42	80	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
3	42	80	ST	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	ST

Tabla 24. Características morfológicas de los tres citotipos descritos de *R. sumichrasti* de la localidad de Zacualpan, Edo. de México.

Población de Mesa de la Yerba, Veracruz

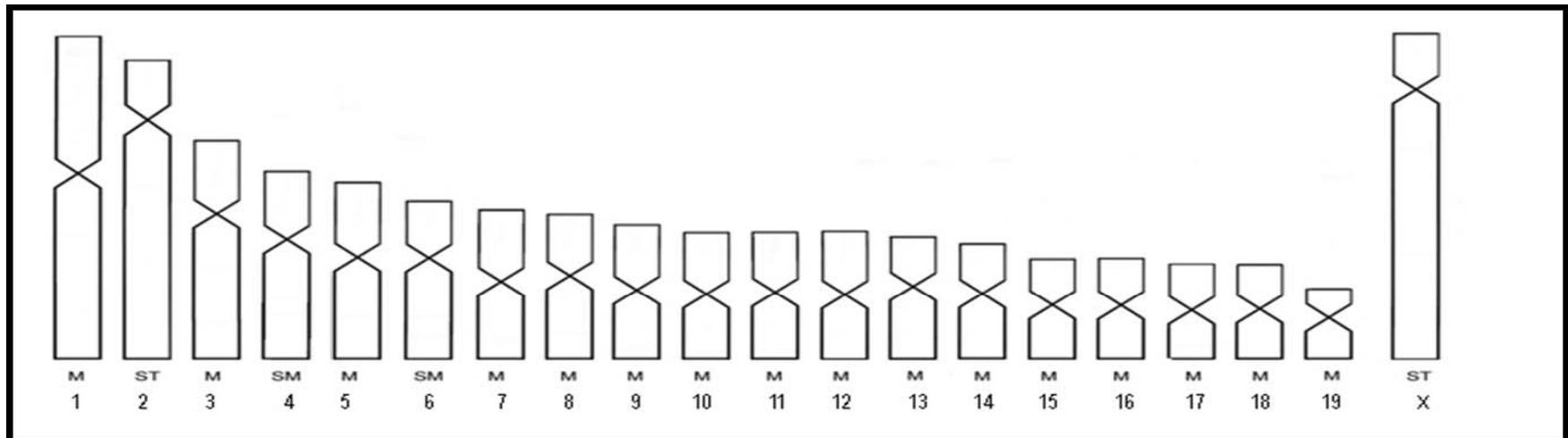
De los cuatro ejemplares de *R. sumichrasti* colectados en esta localidad se contaron un total de 114 mitosis, se obtuvo un número diploide $2n=40$ y $NF=76$ se observó variación en la morfología de los cromosomas. A continuación se describen los dos citotipos encontrados en esta población.

El citotipo 1 presentó 16 pares de metacéntricos (el 1, 3, 5 y del 7 al 19), dos submetacéntricos (4 y 6) y un subtelocéntrico (par 2); el X fue subtelocéntrico grande (Figuras 119 y 120) (Apéndice 37).

Figura 119. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Mesa de la Yerba, Veracruz $2n=40$ y $NF=76$.



Figura 120. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Mesa de la Yerba, Veracruz con 32 metacéntricos, cuatro submetacéntricos, dos subtelocéntricos y el X subtelocéntrico.

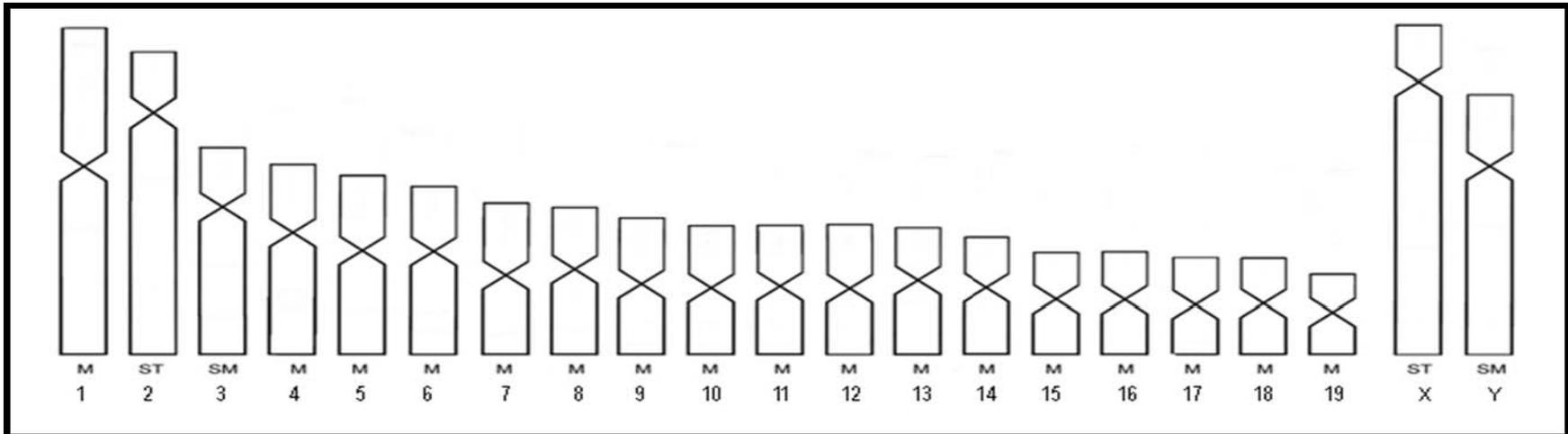


En el citotipo 2 se encontraron 17 pares de cromosomas metacéntricos (el 1 y del 4 al 19), un submetacéntrico (par 3) y un subtelocéntrico (par 2); el X fue subtelocéntrico grande y el Y submetacéntrico mediano (Figuras 121 y 122) (Apéndice 38).

Figura 121. Citotipo 2 de *R. sumichrasti* de Mesa de la Yerba, Veracruz $2n=40$ y $NF=76$.



Figura 122. Ideograma del citotipo 2 de *R. sumichrasti* de Mesa de la Yerba, Veracruz, con 34 metacéntricos, dos submetacéntricos, dos subtelocéntricos, el X subtelocéntrico y el Y submetacéntrico.



En la población de Mesa de la Yerba, Veracruz el número diploide $2n=40$ y número fundamental $NF=76$ fueron constantes en ambos citotipos y la variación fue sólo en la morfología de los cromosomas (Tabla 25).

Los pares más variables en esta población fueron el 3, 4 y 6 (Tabla 26). El par cromosómico 3 en el citotipo 1 fue metacéntrico y en el 2 submetacéntrico. Los pares cromosómicos 4 y 6 en el citotipo 1 fueron submetacéntricos y en el 2 metacéntricos.

<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>		
Localidad	Mesa de la Yerba, Veracruz	
Citotipos	1	2
2n	40	40
NF	76	76
Metacéntricos	32	34
Submetacéntricos	4	2
Subtelocéntricos	2	2
Autosomas		
Birrámeos	38	38
Sexual X	ST	ST
Sexual Y	---	SM

Tabla 25. Características de los dos citotipos descritos para *R. sumichrasti* de la localidad de Mesa de la Yerba, Veracruz.

Citotipos	2n	NF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	Y
1	40	76	M	ST	M	SM	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	--	ST	---
2	40	76	M	ST	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	--	ST	SM

Tabla 26. Características morfológicas de los dos citotipos de *R. sumichrasti* de la localidad de Mesa de la Yerba, Veracruz.

Población de Mil Cumbres, Michoacán

De los seis ejemplares colectados en esta localidad se contaron en total 115 mitosis y el número diploide fue $2n=42$; el cariotipo presentó $NF=80$ brazos, con 17 pares metacéntricos (4 al 20) y tres submetacéntricos (pares 1, 2 y 3); el X fue metacéntrico grande (Figuras 123 y 124) (Apéndice 39).

Las bandas C se encontraron en la región centromérica de los pares 8, 15, 17, 19 y 20; constituyendo por completo al brazo p de los cromosomas del 1 al 7, el 9, 10, 12 y 18; también al q de los pares 11, 13, 14 y 16. El cromosoma X presentó el brazo p completamente heterocromático (Figuras 125 y 126).

Figura 123. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Mil Cumbres, Michoacán $2n=42$ y $NF=80$.



Figura 124. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Mil Cumbres, Michoacán, con 34 metacéntricos, seis subtolocéntricos y el X metacéntrico.

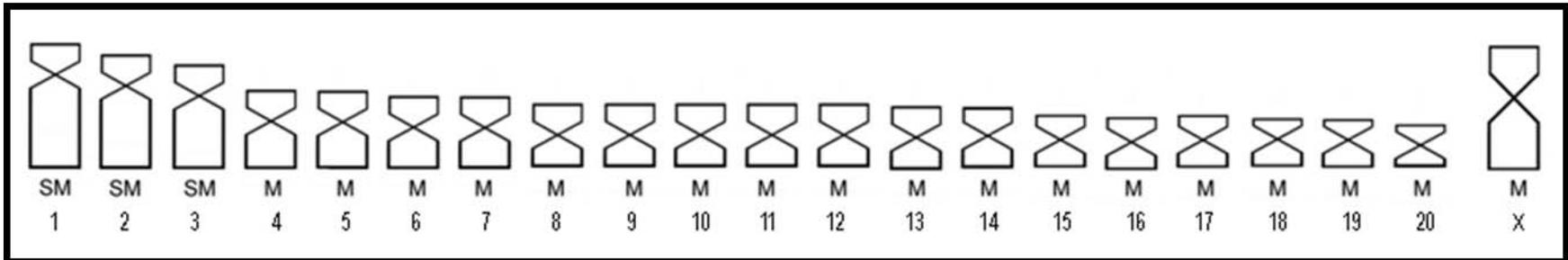
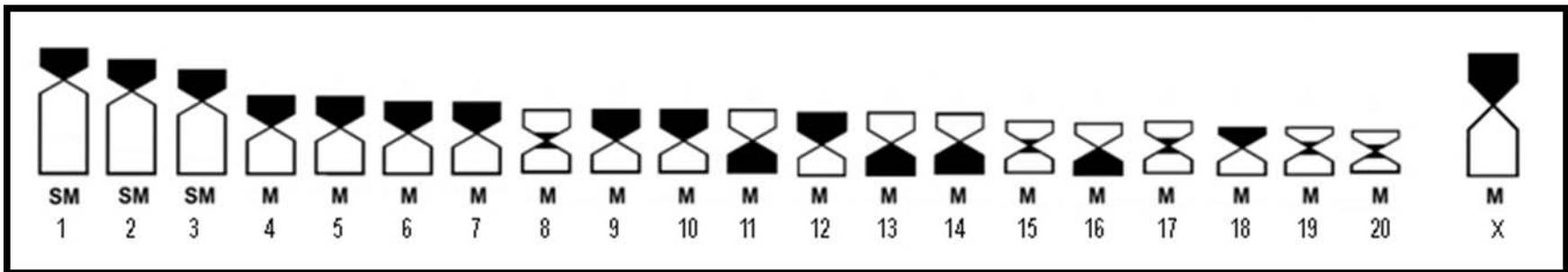


Figura 125. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de Mil Cumbres, Michoacán.



Figura 126. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de Mil Cumbres, Michoacán.



Población de Dos Aguas, Michoacán

En esta localidad se colectaron cinco ejemplares de los que se contaron en total 80 mitosis; el número diploide fue $2n = 42$ y $NF=78$ brazos, tuvo 16 pares metacéntricos (del 4 al 18 y el 20), tres submetacéntricos (pares 1, 2 y 3) y un acrocéntricos (par 19); el X fue subtelocéntrico grande y el Y metacéntrico mediano (Figuras 127 y 128) (Apéndice 40).

Figura 127. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Dos Aguas, Michoacán $2n=42$ y $NF=78$.

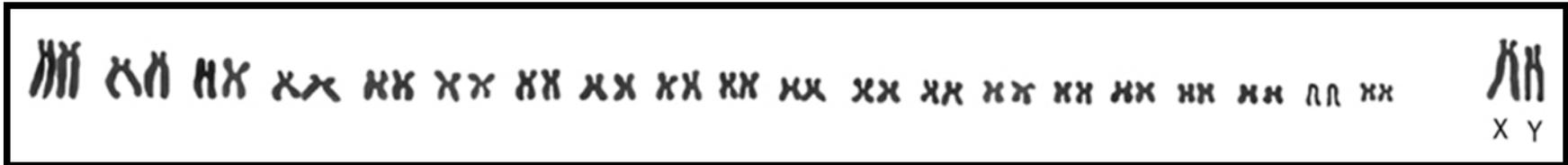
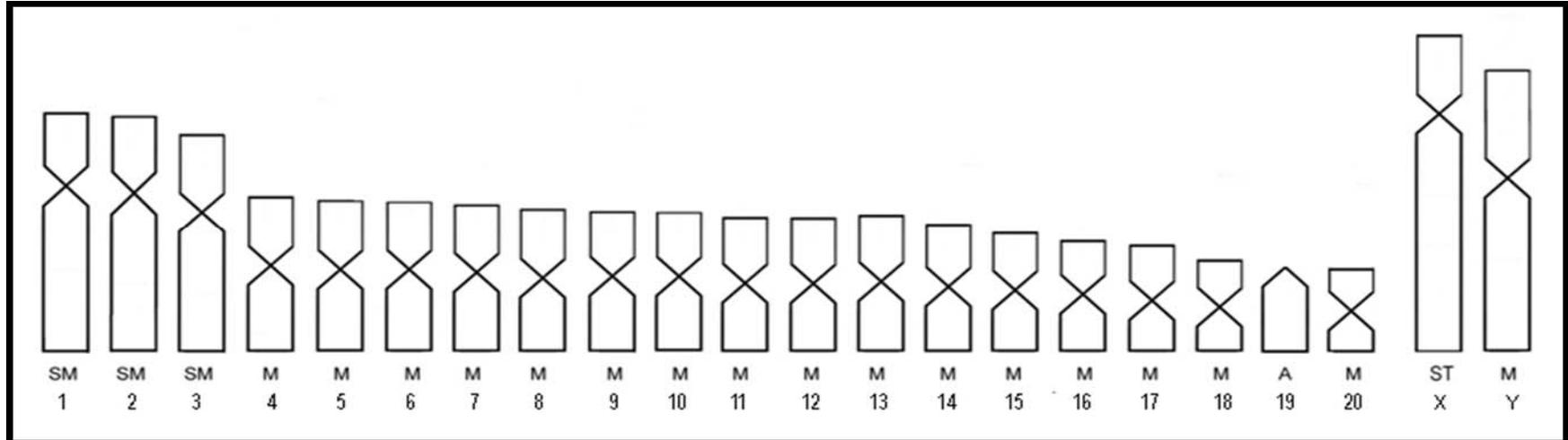


Figura 128. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Dos Aguas, Michoacán, con 32 metacéntricos, seis submetacéntricos, dos acrocéntricos, el X subtelocéntrico y el Y metacéntrico.



Población de El Tejocote, Guerrero

Se colectaron dos ejemplares en esta localidad contándose un total de 38 mitosis; el número diploide fue $2n=42$, el cariotipo presentó $NF=78$ brazos, con 18 pares metacéntricos (del 2 al 18 y el 20), un submetacéntrico (par 1) y un acrocéntricos (par 19); el X fue submetacéntrico grande y el Y metacéntrico mediano (Figuras 129 y 130) (Apéndice 41).

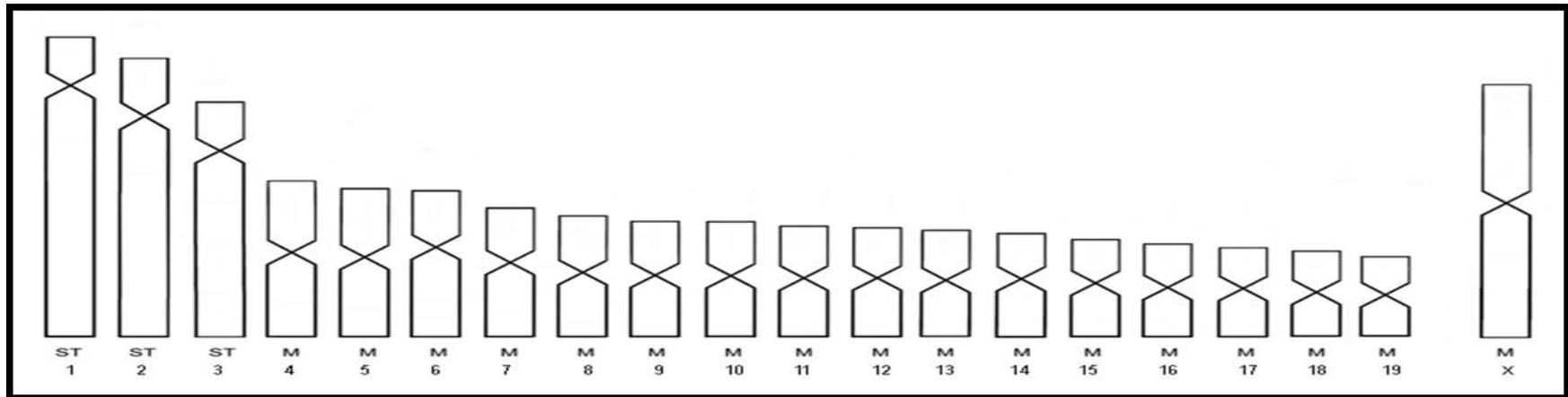
Población de Cerro Tzontehuitz, Chiapas

Del único ejemplar colectado en esta localidad se contaron en total 60 mitosis; el número diploide fue $2n=40$ y $NF=72$ brazos, con 16 pares metacéntricos (4 al 19) y tres subtelocéntricos (1, 2 y 3); el X fue metacéntrico grande (Figuras 131 y 132) (Apéndice 42).

Figura 131. Citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Cerro Tzontehuitz, Chiapas con $2n=40$ y $NF=72$.



Figura 132. Ideograma del citotipo 1 de *R. sumichrasti* de Cerro Tzontehuitz, Chiapas, con 32 metacéntricos, seis subtelocéntricos y el X metacéntrico.



Al comparar todos los citotipos de *R. sumichrasti* descritos en este trabajo (Tabla 28) se observaron dos números diploides $2n=42$ presente en todos los ejemplares excepto los de Mesa de la Yerba, Veracruz y del Cerro Tzontehuitz, Chiapas, que tuvieron $2n=40$.

Esta reducción en el número diploide podría explicarse mediante un rearrreglo cromosómico del tipo de fusión céntrica, como lo proponen Gibson (1984) y Matthey (1973), en la que dos cromosomas monorrámeos se unen por el centrómero para formar uno birrámeo.

El número fundamental también es variable en esta especie (Tabla 27), en los individuos de las poblaciones de Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo; El Rancho, El Durazno, y Alhuaca del estado de Puebla; Zacualpan, Estado de México y Mil Cumbres, Michoacán; el $NF=80$; en los ejemplares de Cuahutlamingo, Puebla; Dos Aguas, Michoacán y El Tejocote, Guerrero el $NF=78$; en los organismos de Mesa de la Yerba, Veracruz el $NF=76$ y en los colectados en el Cerro Tzontehuitz, Chiapas el $NF=72$.

La variación también se observó en la morfología de los pares 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 19, X e Y, la cual se podría explicar según Matthey (1973) y Pathak *et al.*, (1973) por rearrreglos de tipo inversión pericéntrica y adiciones de heterocromatina.

A pesar de la variabilidad cromosómica encontrada en esta especie, el cromosoma 19 conservó su carácter primitivo, (Robbins y Baker, 1980), es decir,

mantuvo una forma acrocéntrica o monorrámea, en las poblaciones de Cuahutlamingo, Puebla, Dos Aguas, Michoacán y El Tejocote, Guerrero (Tabla 28). Es posible que el arreglo de los genes en ese cromosoma pueda conferirle ventajas adaptativas a los individuos de esas localidades.

Localidad	2n	NF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	Y	
Río Chiflón, Hidalgo	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	---	
Río Chiflón, Hidalgo	42	80	SM	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	---	
Los Tules, Hidalgo	42	80	ST	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	SM	
Los Tules, Hidalgo	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	M	
El Rancho, Puebla	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	ST	SM	
El Rancho, Puebla	42	80	SM	ST	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	ST	--	
El Rancho, Puebla	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	
El Rancho, Puebla	42	80	ST	ST	SM	M	SM	M	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	ST	
El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla	42	80	SM	ST	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	ST	SM	
Cuahutlamingo, Puebla	42	78	M	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A	M	SM	SM
Alhuaca, Puebla	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	SM	
Zacualpan, Edo. México	42	80	ST	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	--	
Zacualpan, Edo. México	42	80	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
Zacualpan, Edo. México	42	80	ST	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	SM	ST	
Mesa de la Yerba, Veracruz	40	76	M	ST	M	SM	M	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	--	ST	---
Mesa de la Yerba, Veracruz	40	76	M	ST	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	--	ST	SM
Mil Cumbres, Michoacán	42	80	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	--	
Dos Aguas, Michoacán	42	78	SM	SM	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A	M	ST	M
El Tejocote, Guerrero	42	78	SM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A	M	SM	M
Cerro Tzontehuitz, Chiapas	40	72	ST	ST	ST	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	--	M	--

Tabla 27. Características de todos los citotipos descritos para *R. sumichrasti* en este trabajo.

	Especies	Subespecie	2n	NF	M	SM	ST	A	X	Y	Localidades	Autor
1	<i>R. sumichrasti</i>	<i>australis</i>	40	76	--	--	--	0	M	SM	Cartago, Costa Rica	Carleton y Myers, 1979
2	<i>R. sumichrasti</i>	<i>nerterus</i>	42	80	--	--	--	0	SM	SM	Talpa de Allende, Jalisco, México	Engstrom <i>et al.</i> , 1981
3	<i>R. sumichrasti</i>	<i>australis</i>	40	76	--	--	--	0	M	SM	San Jose, Costa Rica	Hood <i>et al.</i> , 1984
4	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	SM	--	Río Chiflón, Hidalgo	Presente estudio
5	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	36	4	0	0	SM	--	Río Chiflón, Hidalgo	Presente estudio
6	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	4	2	0	SM	SM	Los Tules, Hidalgo	Presente estudio
7	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	SM	M	Los Tules, Hidalgo	Presente estudio
8	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	ST	SM	El Rancho, Puebla	Presente estudio
9	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	4	2	0	ST	--	El Rancho, Puebla	Presente estudio
10	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	M	SM	El Rancho, Puebla	Presente estudio
11	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	30	6	4	0	M	ST	El Rancho, Puebla	Presente estudio
12	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	4	2	0	ST	SM	El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla	Presente estudio
13	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	78	34	4	0	2	SM	SM	Cuautlamingo, Puebla	Presente estudio
14	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	SM	SM	Alhuaca, Puebla	Presente estudio
15	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	36	2	2	0	SM	--	Zacualpan, Edo. de México	Presente estudio
16	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	36	4	0	0	M	M	Zacualpan, Edo. de México	Presente estudio
17	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	36	2	2	0	SM	ST	Zacualpan, Edo. de México	Presente estudio
18	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	40	76	32	4	2	0	ST	--	Mesa de la Yerba, Veracruz	Presente estudio
19	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	40	76	34	2	2	0	ST	SM	Mesa de la Yerba, Veracruz	Presente estudio
20	<i>R. sumichrasti</i>	<i>nerterus</i>	42	80	34	6	0	0	M	--	Mil Cumbres, Michoacán	Presente estudio
21	<i>R. sumichrasti</i>	<i>nerterus</i>	42	78	32	6	0	2	ST	M	Dos Aguas, Michoacán	Presente estudio
22	<i>R. sumichrasti</i>	<i>luteolus</i>	42	78	36	2	0	2	SM	M	El Tejocote, Guerrero	Presente estudio
23	<i>R. sumichrasti</i>	<i>dorsalis</i>	40	72	32	0	6	0	M	--	Tzontehuitz, Chiapas	Presente estudio

Tabla 28 Características de todos los citotipos descritos para *R. sumichrasti*, en este trabajo y por otros autores.

Se procedió a comparar los 19 citotipos de las subespecies *R. s. sumichrasti*, *R. s. nerterus*, *R. s. luteolus* y *R. s. dorsalis* con los descritos por Carleton y Myers (1979), Engstrom *et al.*, (1981) y Hood *et al.*, (1984) previa identificación de la subespecie a la que pertenecía cada uno de los especímenes de *R. sumichrasti* de este trabajo.

Considerando la distribución geográfica de las subespecies de *R. sumichrasti* propuesta por Hooper (1952) (Figura 6) los individuos colectados en Río Chiflón y Los Tules Hidalgo; El Rancho, El Durazno-Ixtlahuaca, Cuahutlamingo y Alhuaca, Puebla; Zacualpan, Edo. de México y Mesa de la Yerba, Veracruz corresponden a la subespecie *R. s. sumichrasti*; los ejemplares colectados en Mil Cumbres y Dos Aguas, Michoacán, a la subespecie *R. s. nerterus*; los colectados en El Tejocote, Guerrero a *R. s. luteolus*; y el ejemplar colectado en Tzontehuitz, Chiapas a *R. s. dorsalis*.

Para comparar los cariotipos descritos por Carleton y Myers (1979), Engstrom *et al.*, (1981) y Hood *et al.*, (1984), de *R. s. australis*, de las localidades de Cartago y San José, Costa Rica y de *R. s. nerterus*, de Talpa de Allende, Jalisco, México, con los de este trabajo se tomaron en cuenta el número diploide y fundamental, debido a que estos autores no describen la morfología de los cromosomas en los cariotipos de *R. s. australis* y *R. s. nerterus*.

En los citotipos descritos por Carleton y Myers (1979), Engstrom *et al.*, (1981) y Hood *et al.*, (1984) se observa que *R. s. australis*, distribuida en Costa Rica, presenta $2n=40$ y $NF=76$, citotipo que es similar en número diploide y fundamental al de la población de Mesa de la Yerba Veracruz, que correspondería a *R. s. sumichrasti*. El citotipo de la población de Jalisco, *R. s. nerterus*, con $2n=42$ y $NF=80$, es similar al de *R. s. sumichrasti*, de las poblaciones de Río Chiflón, Hidalgo, Los Tules, Hidalgo; El Rancho, Puebla, El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla, Alhuaca, Puebla, Zacualpan, Edo. de México y *R. s. nerterus* de la localidad Mil Cumbres, Michoacán.

En la Tabla 29 se puede observar que *R. s. sumichrasti* presenta dos números diploides $2n=42$ y 40 , tres números fundamentales $NF= 76, 78$ y 80 ; $30, 32, 34$ ó 36 cromosomas metacéntricos; dos, cuatro o seis cromosomas submetacéntricos; ninguno, dos o cuatro subtelocéntricos; ninguno o dos acrocéntricos y los cromosomas sexuales X e Y pueden ser metacéntricos, submetacéntricos ó subtelocéntricos. Esta subespecie es la que tiene un área de distribución más amplia (Hooper, 1952) y mayor variabilidad cromosómica.

R. s. nerterus (Tabla 28) presentó $2n=42$, pero el número fundamental varió $NF= 80$ y 78 ; el número de cromosomas metacéntricos fue de 34 ó 32 ; el de acrocéntricos es de ninguno o dos; el cromosoma X fue metacéntrico o subtelocéntrico.

R. s. luteolus tuvo un $2n=42$, $NF=78$, 36 cromosomas metacéntricos, dos submetacéntricos, dos acrocéntricos, el X submetacéntrico y el Y metacéntrico, ninguno de los demás citotipos descritos fueron similares a éste.

R. s. dorsalis presentó $2n=40$, $NF=72$, con 32 cromosomas metacéntricos, seis subtelocéntricos y el X metacéntrico. Este citotipo también fue muy distinto a los descritos anteriormente.

La variabilidad cromosómica que se observa en las subespecies de *R. sumichrasti* es intraespecífica, debida a diferencias cromosómicas en cada una de las localidades. También se observa que hay variación intrapoblacional en donde se describieron varios citotipos para una misma localidad como son Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo; El Rancho, Puebla; Zacualpan Edo. de México y Mesa de la Yerba, Veracruz.

Para poder interpretar de manera más objetiva estos resultados se creó una matriz con los datos cromosómicos obtenidos con tinción convencional de Giemsa (Apéndice 43) la cual se utilizó para realizar un análisis de componentes principales, que permitiera determinar qué caracteres cromosómicos confieren la variabilidad a las subespecies de *R. sumichrasti* y otro de conglomerados que relacionara a las subespecies por la similitud entre los caracteres cromosómicos de los diferentes citotipos.

5.1.2.2.1 Análisis de componentes principales (ACP) de las subespecies de *R. sumichrasti*.

En la matriz de correlación se puede observar que ninguno de los caracteres estuvo correlacionado (Apéndice 44). En el análisis de componentes principales se obtuvo que con los primeros dos componentes se explica el 62.82% de la variabilidad y con los primeros tres el 78.26% (Apéndice 45). En el primer componente las dos variables con más peso son el número fundamental y el número diploide. En el segundo componente el número de metacéntricos y el de acrocéntricos y, en el tercer componente, el número de cromosomas acrocéntricos y submetacéntricos (Apéndice 46).

En la gráfica de la Figura 133 que relaciona a los primeros dos componentes se puede observar que el 1 separa a *R. s. nerterus*, *R. s. luteolus* y *R. sumichrasti* de *R. s. sumichrasti* de mesa de la Yerba, Veracruz y *R. s. dorsalis*, mientras que el componente 2 separa a *R. s. dorsalis* de todas las demás.

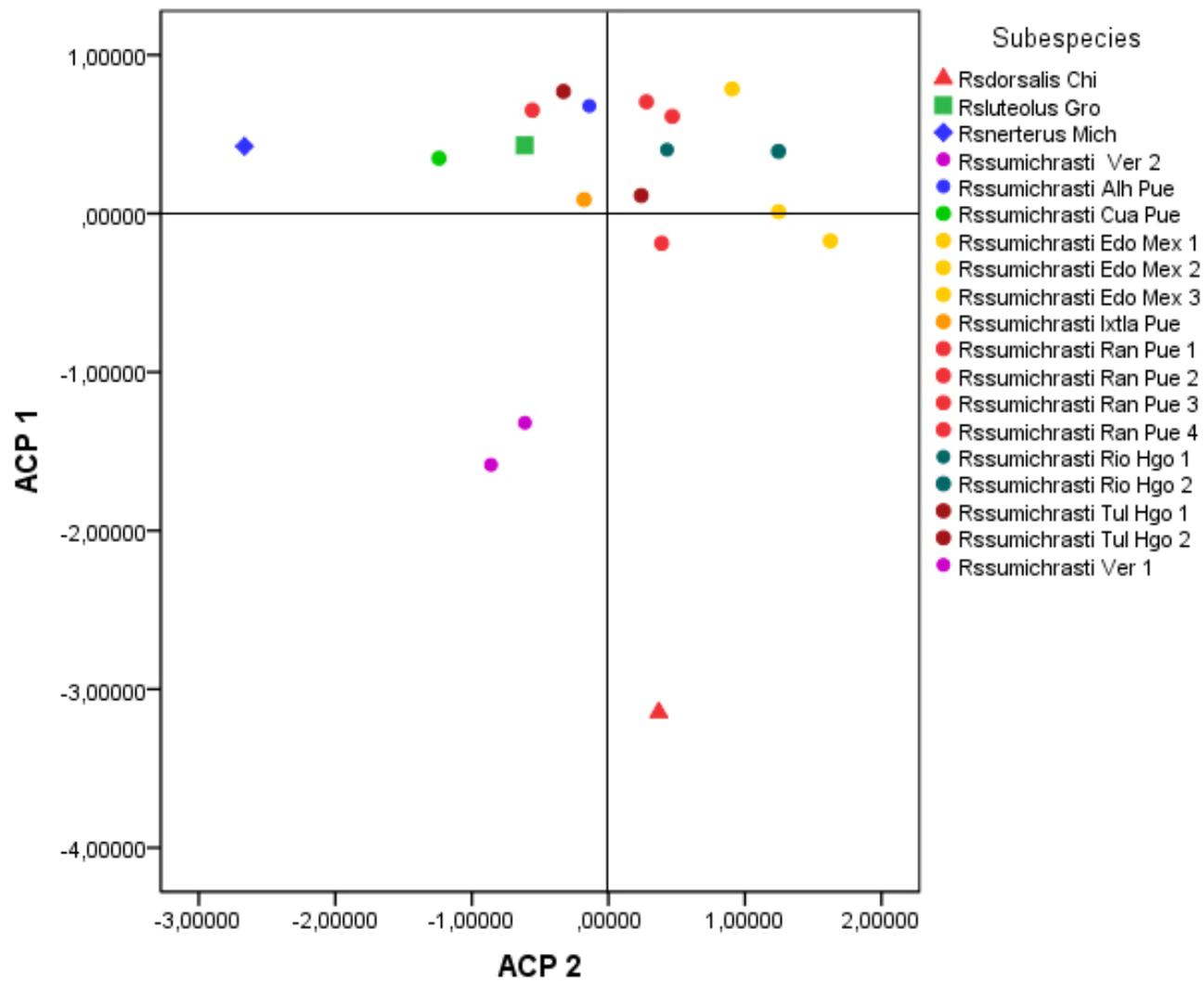


Figura 133. Gráfica del ACP en donde se relacionan el componente 1 y el 2.

En la gráfica de la Figura 134 se relacionan los componentes 1 y 3; el 1, separa a *R. s. nerterus*, *R. s. luteolus* y *R. s. sumichrasti* de Mesa de la Yerba, Veracruz y *R. s. dorsalis*. El 2 separa a *R. s. sumichrasti* de *R. s. nerterus*, *R. s. luteolus* y *R. s. sumichrasti*, de las localidades de Edo. de México, Cuahutlamingo, Mesa de la Yerba, y *R. s. dorsalis*.

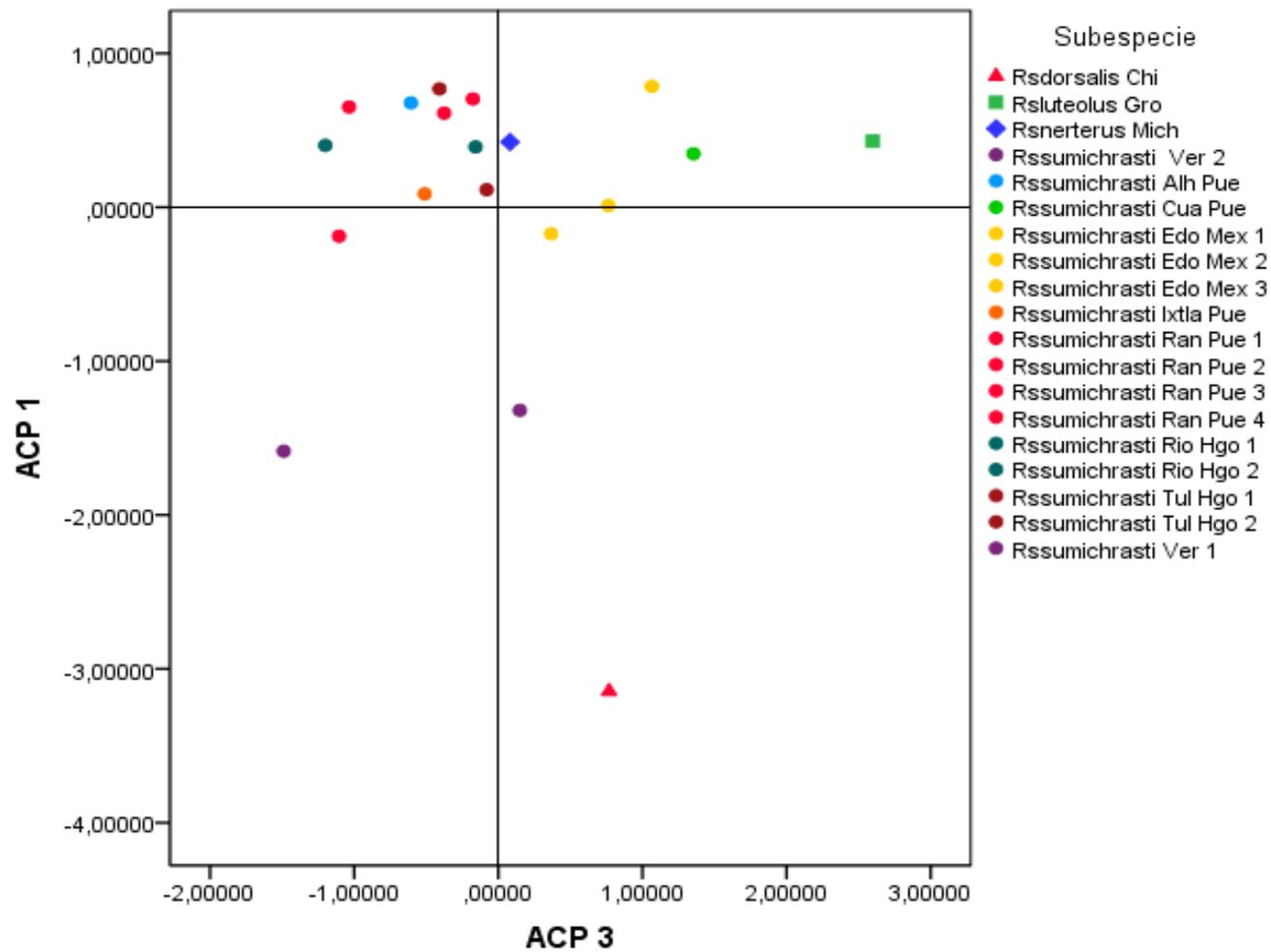


Figura 133. Gráfica del Análisis de Componentes Principales en donde se relacionan el 1 y 3.

5.1.2.2.2 Análisis de conglomerados de las subespecies de *R. sumichrasti*.

Con la misma matriz de datos del ACP y utilizando el paquete estadístico NCSS se obtuvo un dendrograma que relacionó a las subespecies por la distancia que existe entre los caracteres cromosómicos de los diferentes citotipos.

En el dendrograma de la Figura 135 se pueden identificar principalmente tres grupos: el I que incluye a los citotipos de *R. s. sumichrasti* colectados en Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo; El Rancho, El Durazno, Cuahutlamingo y Alhuaca, Puebla y Zacualpan, Edo. de México, *R. s. nerterus*, de Dos Aguas, Michoacán y *R. s. luteolus* de El Tejocote, Guerrero (Figura 135 ramas verdes). El II que incluye dos citotipos de *R. s. sumichrasti* colectados en Mesa de la Yerba, Veracruz (Figura 135 ramas rojas). Y el grupo III en el que se encuentra *R. s. dorsalis* la cual fue colectada en Tzontehuitz, Chiapas (Figura 135 ramas azules).

Estos grupos se sustentaron con un análisis de discriminantes en el cual se obtuvieron valores de lambda de Wilks= 0.059 y 0.709 y $p=0.000$ y $p= 0.307$ respectivamente (Figura 136) Estos valores indican que existen diferencias significativas entre los citotipos de las subespecies que conforman estos tres grupos.

El citotipo de *R. s. dorsalis*, es muy distinto a los de las otras subespecies por presentar $2n=40$ y los primero tres pares subtelocéntricos. Es posible que esta subespecie esté en un proceso de diferenciación debido a las barreras geográficas

que la separan de las demás, por lo que el flujo génico entre ellas posiblemente se haya interrumpido.

DENDROGRAMA

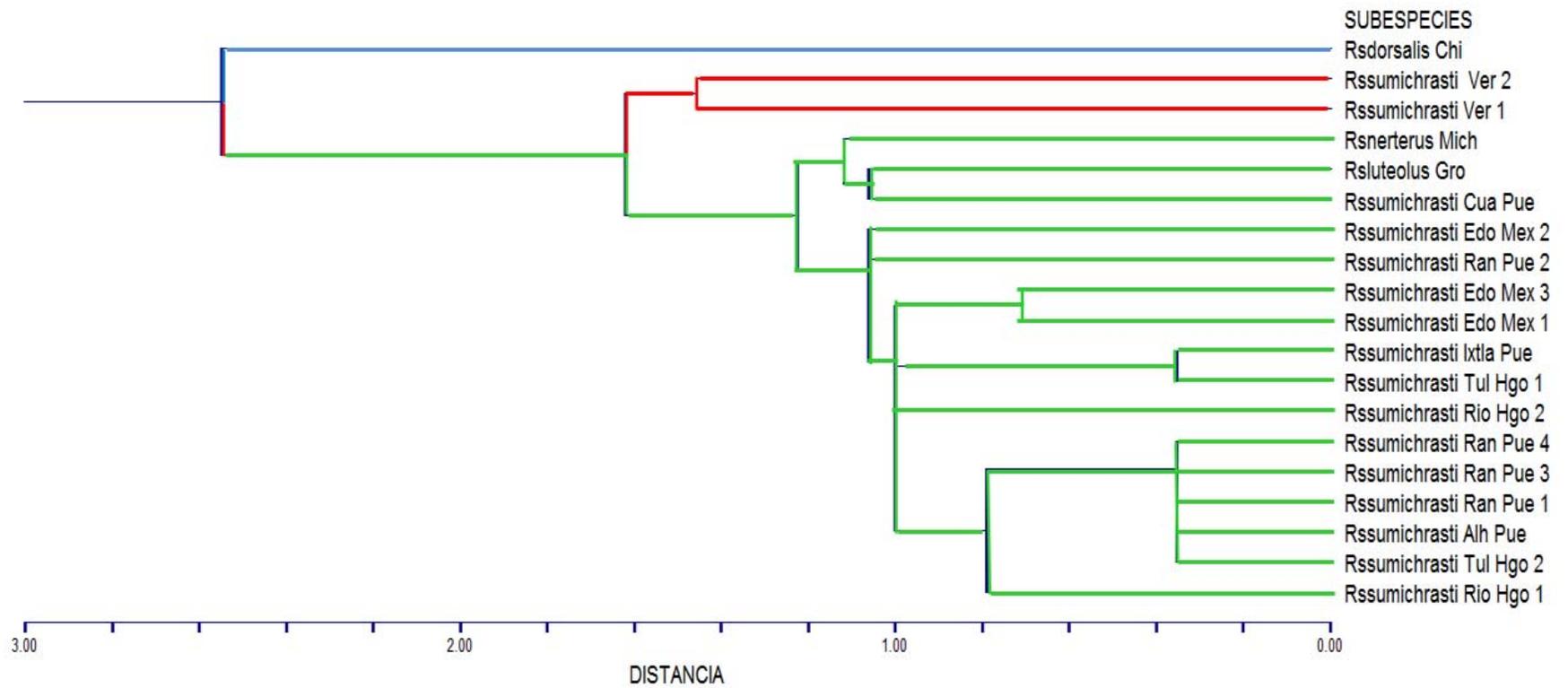


Figura 135. Dendrograma obtenido a partir de caracteres cromosómicos ($2n$, NF y morfología de los cromosomas) de las subespecies *R. s. sumichrasti*, *R. s. nerterus*, *R. s. luteolus*, y *R. s. dorsalis*.

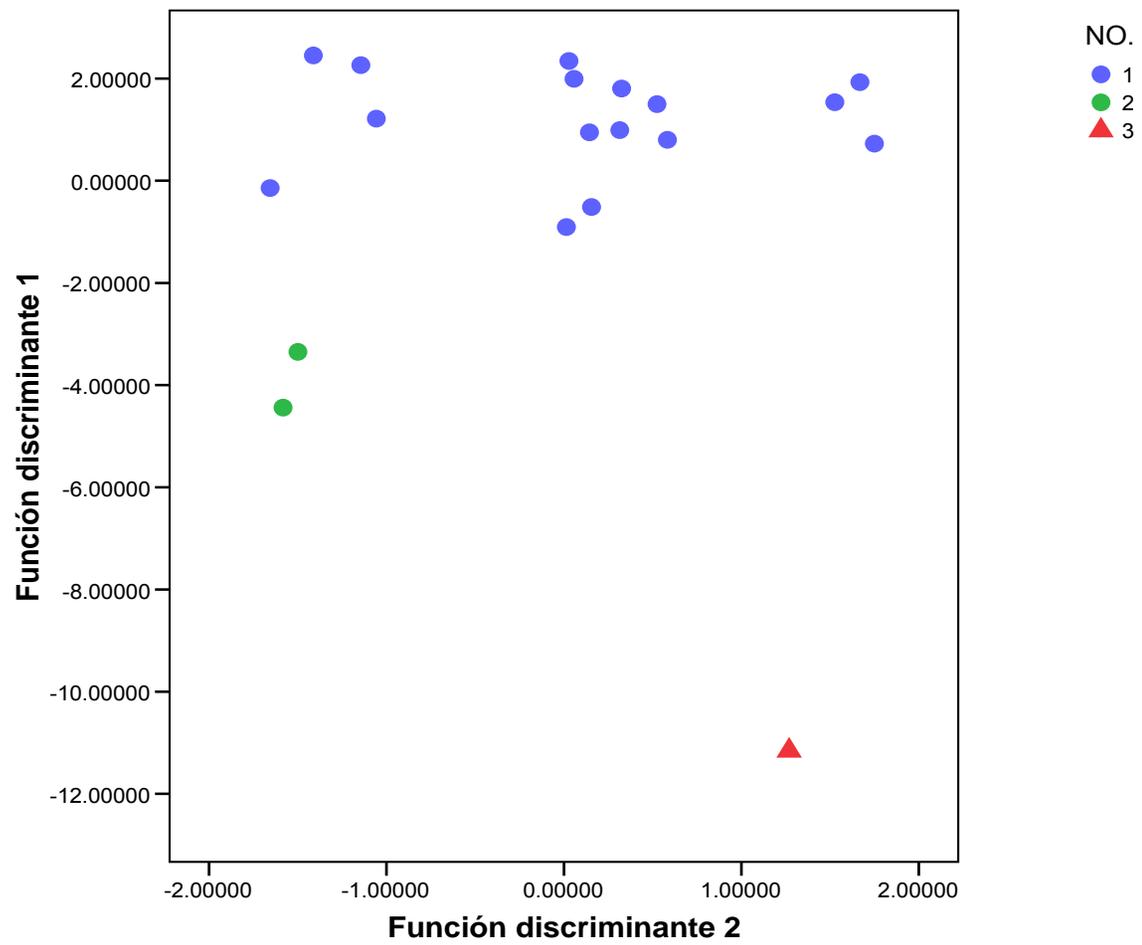


Figura 136. Gráfica del análisis de discriminantes de las subespecies de *R. s. sumichrasti*, *R. s. nerterus*, *R. s. luteolus*, y *R. s. dorsalis*.

Al ubicar a los grupos que se obtuvieron del ACP y del dendrograma en una carta orográfica, se observa que *R. s. sumichrasti*, grupo I, se encuentra asociado al Eje Neovolcánico Transversal y las subespecies *R. s. nerterus*, *R. s. luteolus* y *R. s. sumichrasti*, de Cuahutlamingo, Puebla a la Sierra Madre del Sur (Figura 137).

R. s. sumichrasti del grupo II, se encuentra aislada de los otros individuos por tres montañas, al Norte el Cofre de Perote, al Sur el Pico de Orizaba y al Oeste el Volcán Iztaccihuatl (Figura 138).

También se puede observar que *R. s. dorsalis* del grupo III, se encuentra aislada de las otras subespecies de *R. sumichrasti* por la Sierra Madre de Chiapas (Figura 138).

Sánchez (1993), realizó un estudio ecogeográfico en el que propone que las principales discontinuidades en los patrones de distribución de las especies coinciden con las abruptas áreas montañosas del oriente de Puebla, la vertiente sur del Eje Neovolcánico y la vertiente norte de la Sierra Madre del Sur. De manera similar, las montañas del noroeste y sur de Chiapas parecen cumplir un papel limítrofe importante para el género *Reithrodontomys* en México. Los resultados de este trabajo apoyan las observaciones de Sánchez (1993) y posiblemente los sistemas montañosos estén actuando como barreras geográficas y propiciando un proceso de especiación incipiente de tipo alopátrica entre las subespecies de *R. sumichrasti*.

Espinosa *et al.*, (2006) han sugerido que la variabilidad genética de las especies de la familia Muridae está estrechamente ligada a la historia geológica y ecológica, proponen que los sistemas montañosos del sur de México han actuado como barreras geográficas que han aislado especies, o bien han funcionado como puentes que han permitido la radiación de especies hacia Centro y Sudamérica; explican que el factor ecológico está asociado al cambio climático que provoca variaciones en los tipos de vegetación. Ambos factores han originado una alta diversidad de hábitat, por lo que la mayoría de las especies de múridos se han enfrentado a cambios ambientales drásticos, lo que se refleja en un gran número de especies. Es probable que bajo este hecho también se pueda explicar la variación cromosómica en las subespecies de *R. sumichrasti*.

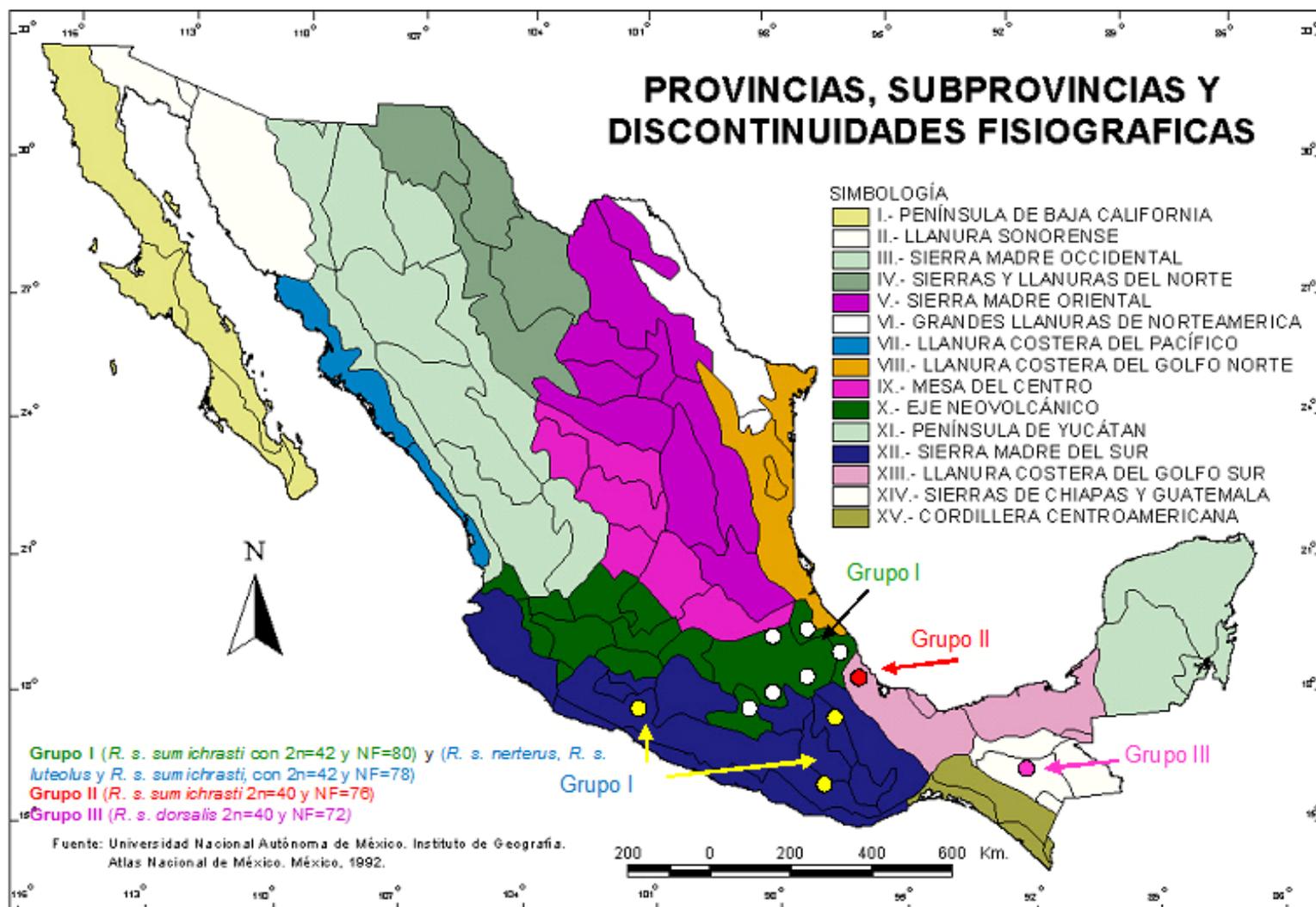


Figura 137. Ubicación de las subespecies de *R. sumichrasti*: *sumichrasti*, *nerterus*, *luteolus* y *dorsalis* en un mapa fisiográfico de México (Quiñones, 1984).

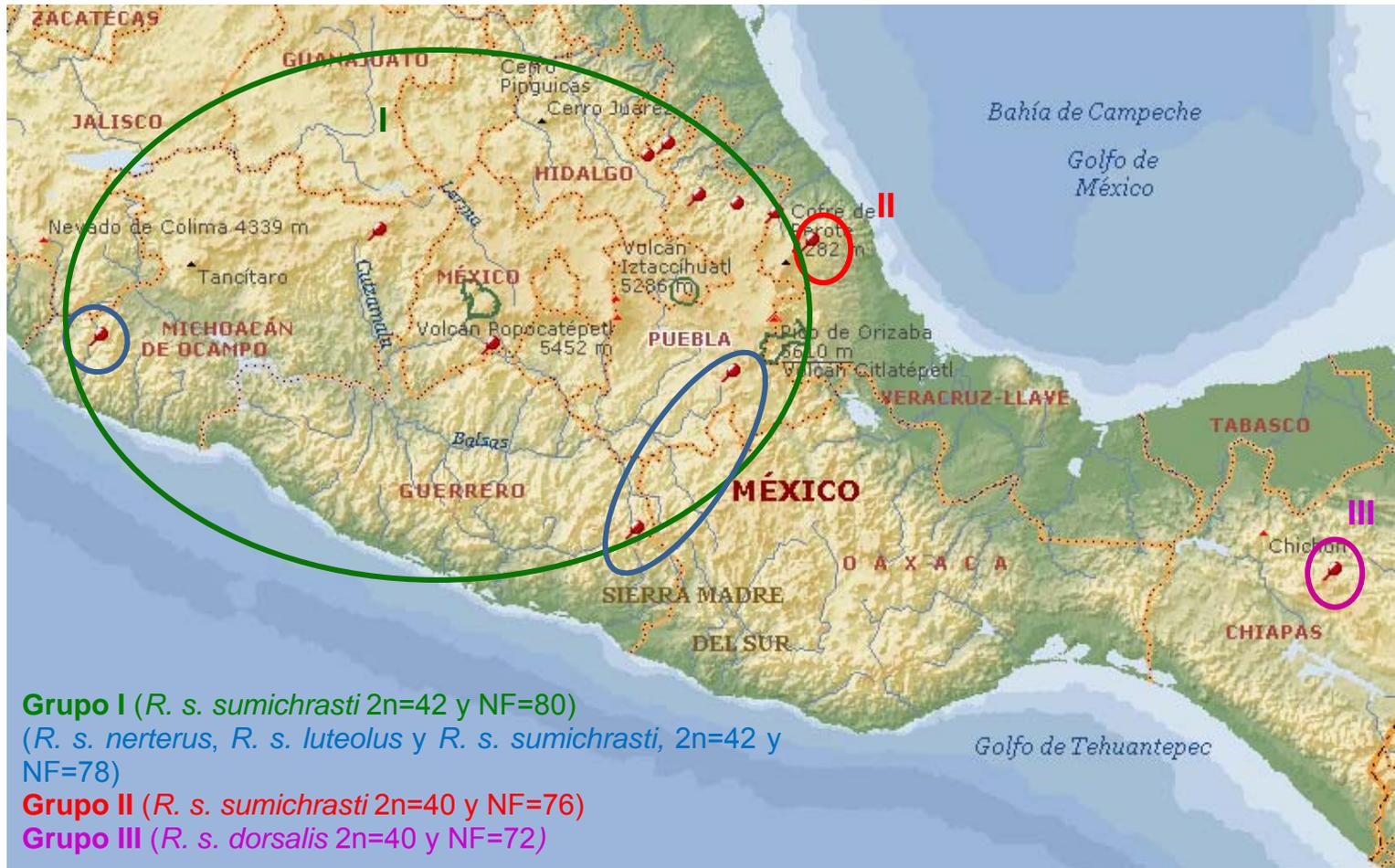


Figura 138. Ubicación de las subespecies de *R. sumichrasti*: *sumichrasti*, *nerterus*, *luteolus* y *dorsalis* en un mapa orográfico de México (Encarta 2000).

Se procedió a realizar el análisis basado en la tinción diferencial de bandas C y G para determinar el tipo de rearrreglos que pudieran haber originado la variación numérica y morfológica de los cromosomas de esta especie.

Primero se analizaron los patrones de bandas C de los seis citotipos de las poblaciones de Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo, El Rancho, Puebla, Zacualpan, Edo. de México y Mil Cumbres, Michoacán descritos en este trabajo; después se compararon los citotipos de *R. sumichrasti* con el cariotipo de *R. mexicanus*, el cual se ha propuesto como primitivo (Robbins y Baker, 1980).

Se emplearon los datos de los seis citotipos de los que se obtuvo el patrón de bandas C: el 1 de las poblaciones de Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo, el 3 de El Rancho, Puebla, los citotipos 2 y 3 de la población de Zacualpan, Edo. de México y del cariotipo de Mil Cumbres, Michoacán (Figuras 139 y 140).

Los caracteres cromosómicos que se tomaron en cuenta para este análisis fueron: presencia de bandas en la región centromérica (C+) y brazos completamente heterocromáticos (p+) o (q+), de los autosomas y cromosomas sexuales (Tabla 29).

Los pares que mostraron la misma tinción en los seis citotipos fueron el 15, 17, 19 y 20 en los que la heterocromatina estuvo restringida a la región centromérica; los pares 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 12 que tuvieron el brazo p completamente

heterocromático y 14, 16, el q; los cromosomas sexuales presentaron: el X el brazo p o q heterocromático y el Y el q.

Los pares en los que la distribución de la heterocromatina fue variable en los seis citotipos se describen a continuación.

En el par 8 la heterocromatina se observó: en todo el brazo p de los citotipos 1 de Río Chiflón y Los Tules Hidalgo y el 3 de El Rancho, Puebla; en la región centromérica de los citotipos 2 y 3 de Zacualpan, Edo. de México y en el de Mil Cumbres Michoacán.

En el par 9 la distribución de la heterocromatina se observó de dos maneras: formando el brazo p, en los citotipos 1 de Río Chiflón y Los Tules Hidalgo, el 3 de Zacualpan, Edo. de México y el de Mil Cumbres, Michoacán; en todo el brazo q de los citotipos 3 de El Rancho, Puebla y en el 2 de Zacualpan, Edo. de México.

En el par 11 de los citotipos 1 de Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo y el 2 y 3 de Zacualpan, Edo. de México el brazo p fue completamente heterocromático. En el 3 de El Rancho, Puebla y en el de Mil Cumbres, Michoacán el brazo q de este par fue heterocromático por completo.

En el par 13 los segmentos de heterocromatina se observaron de dos maneras: en la región centromérica de los citotipos 1 de Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo y el 3

de El Rancho, Puebla; en todo el brazo p de los citotipos 2 y 3 de Zacualpan, Edo. de México y el de Mil Cumbres, Michoacán.

En el par 18 de los citotipos 1 de Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo y el 2 y 3 de Zacualpan, Edo. de México el brazo q fue heterocromático en tanto que en los citotipos 3 de El Rancho, Puebla y de Mil Cumbres, Michoacán lo fue brazo p lo fue el brazo p.

El cromosoma X en los citotipos 1 de Río Chiflón y Los Tules, Hidalgo y el 3 de El Rancho, Puebla, presentó el brazo q totalmente heterocromático, mientras que en los citotipos 2 y 3 de Zacualpan, Edo. de México y de Mil Cumbres, Michoacán el heterocromático fue el brazo p.

Al igual que en *R. megalotis*, la variación en la morfología de los cromosomas se puede deber a adición de heterocromatina; como se mencionó anteriormente, en trabajos previos se ha observado que la adición de heterocromatina en roedores es común en este género, (Robbins y Baker, 1980), en *Peromyscus* (Duffey, 1972; Pathak, *et al.*, 1973 y Robbins y Baker, 1981; Smith *et al.*, 1986; Smith *et al.*, 1989), *Onychomys* (Baker y Barnett, 1981), *Neotoma* (Mascarello y Hsu, 1976; Koop *et al.*, 1985) y *Thomomys* (Patton y Sherwood, 1983).

Cit.	Población	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	Y
1	Río Chiflón, Hidalgo	p+	C+	q+	C+	q+	C+	q+	C+	C+	q+	--											
1	Los Tules, Hidalgo	p+	C+	q+	C+	q+	C+	q+	C+	C+	q+	q+											
3	El Rancho; Puebla	p+	q+	p+	q+	p+	C+	q+	C+	q+	C+	p+	C+	C+	q+	q+							
2	Zacualpan, Edo. de México	p+	C+	q+	p+	p+	p+	q+	q+	C+	q+	C+	q+	C+	C+	p+	q+						
3	Zacualpan, Edo. de México	p+	C+	p+	p+	p+	p+	q+	q+	C+	q+	C+	q+	C+	C+	p+	q+						
1	Mil Cumbres, Michoacán	p+	C+	p+	p+	q+	p+	q+	q+	C+	q+	C+	p+	C+	C+	p+	--						

Tabla 29 Datos de los seis citotipos en los que se obtuvo el patrón de bandas C: Citotipo 1 de la población de Río Chiflón, Hidalgo, citotipo 1 de Los Tules, Hidalgo, el 3 de El Rancho, Puebla, los citotipos 2 y 3 de la población de Zacualpan, Edo. de México y el citotipo 1 de Mil Cumbres, Michoacán.

C+, bandas en la región centromérica y p+ o q+, brazos completamente heterocromáticos,

Figura 139. Comparación de los cariotipos de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de las localidades de **A)** Río Chiflón, Hidalgo, **B)** Los Tules, Hidalgo, **C)** El Rancho Puebla **D)** y **E)** Zacualpan, Estado de México y **F)** Mil Cumbres, Michoacán.

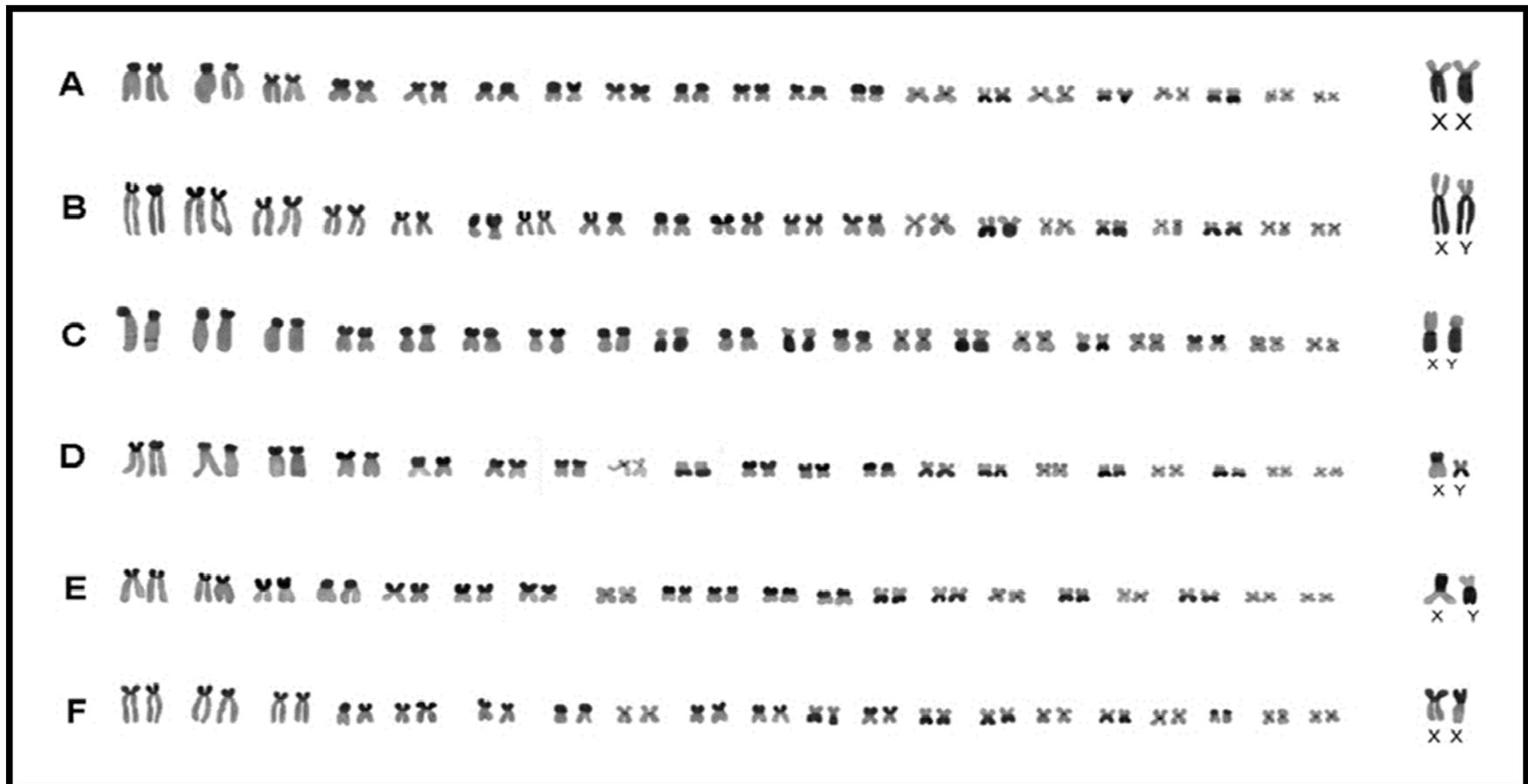


Figura 140. Comparación de los ideogramas de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de las localidades de **A)** Río Chiflón, Hidalgo, **B)** Los Tules, Hidalgo, **C)** El Rancho Puebla.

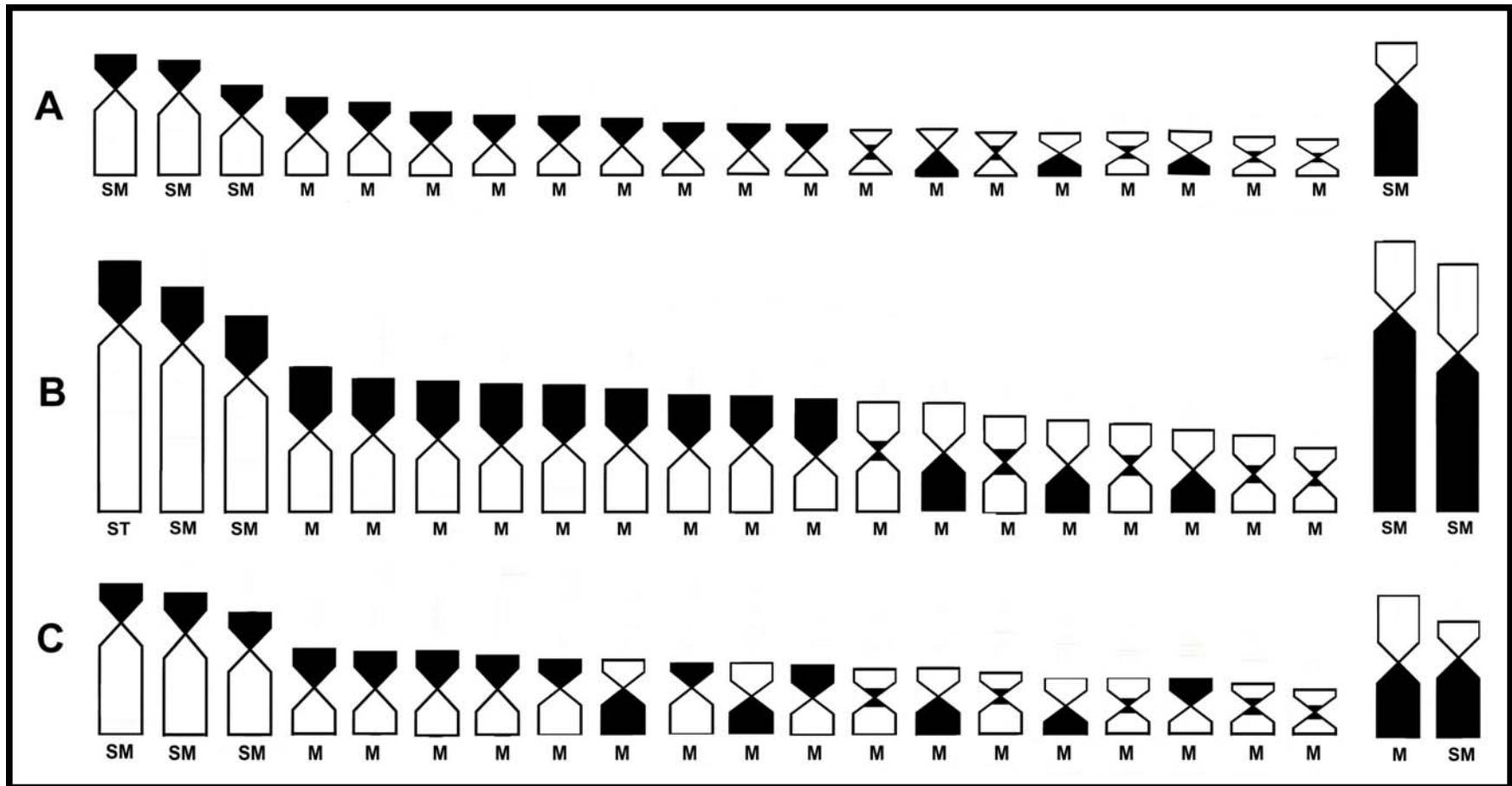
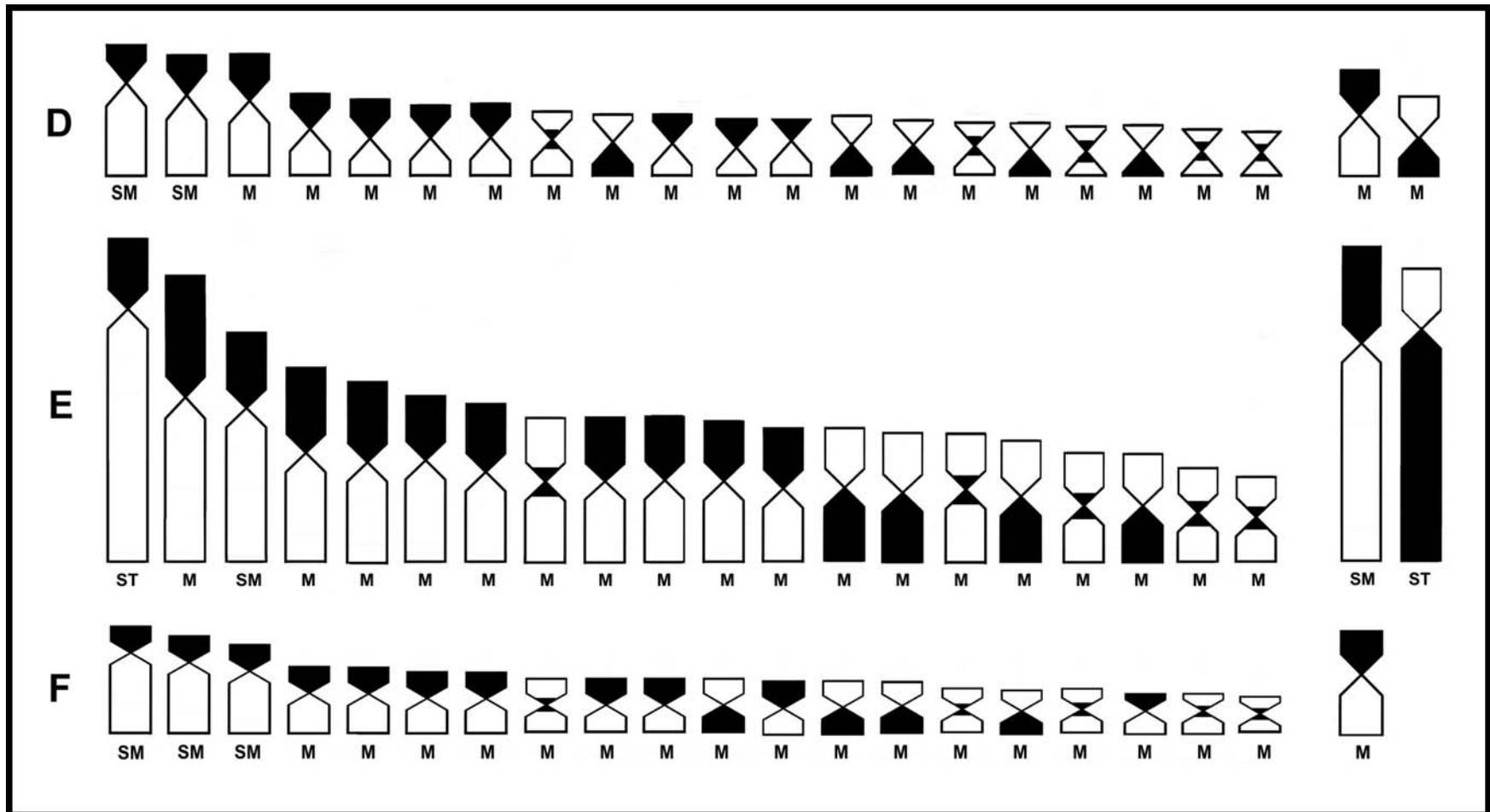


Figura 140. (Continuación) Comparación de los ideogramas de los cariotipos de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas C de las localidades de **D)** y **E)** Zacualpan, Estado de México y **F)** Mil Cumbres, Michoacán.

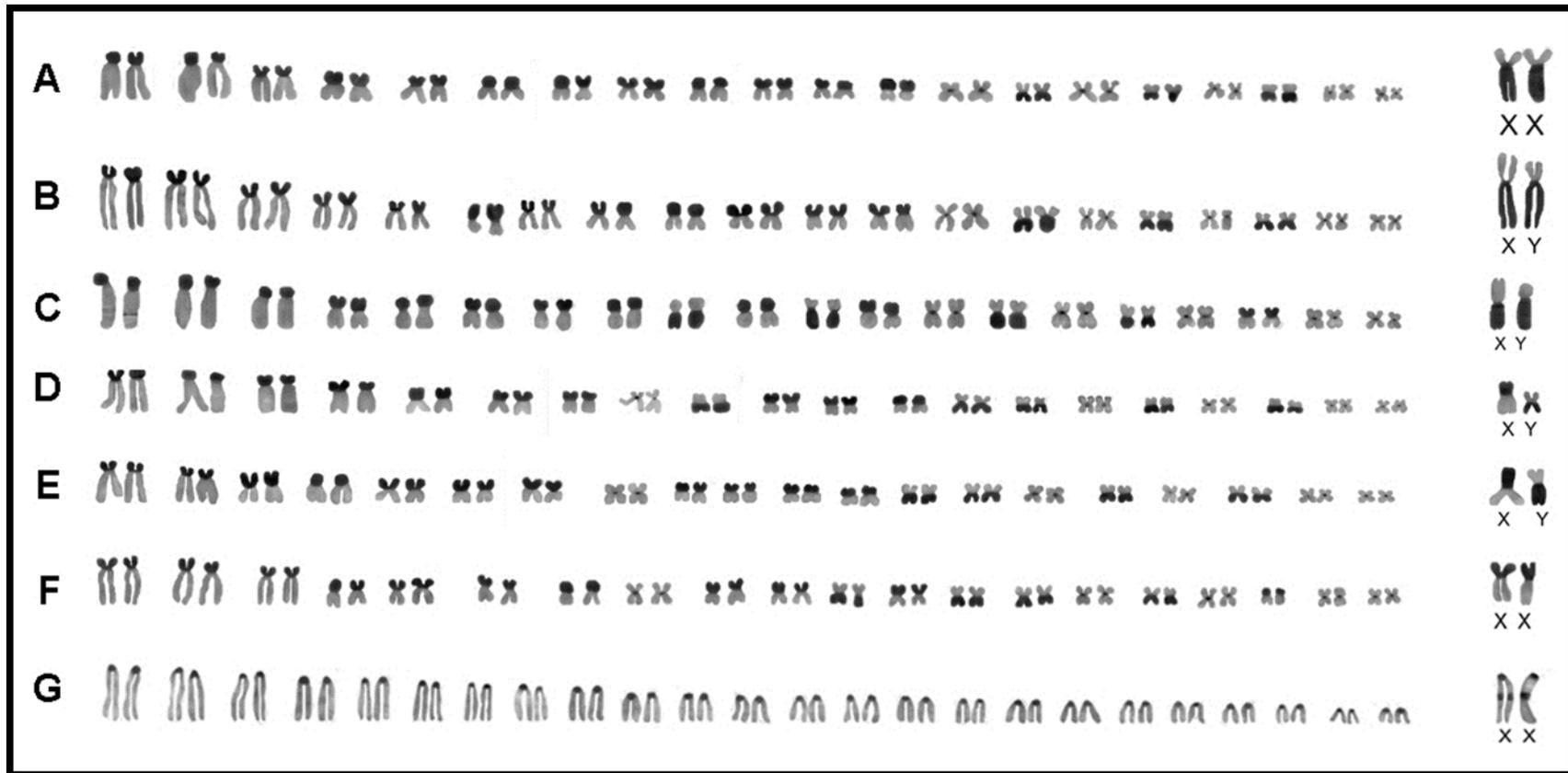


El segundo análisis consistió en comparar las bandas C de los citotipos de *R. sumichrasti* con el de *R. mexicanus* para determinar qué rearrreglos cromosómicos pudieron haber ocurrido en el cariotipo primitivo hasta llegar al de *R. sumichrasti*. (Figura 141).

Se observó que en *R. mexicanus* la heterocromatina está restringida a la región centromérica y sólo se presenta un fragmento intercalar en el cromosoma X mientras que, en los citotipos de *R. sumichrasti*, se encuentran 17 brazos heterocromáticos.

La diferencia en la cantidad de heterocromatina en estos cariotipos se puede explicar por la ocurrencia de aproximadamente 17 rearrreglos cromosómicos de tipo adición de brazos heterocromáticos, es decir, que para llegar al cariotipo de *R. sumichrasti* habrían ocurrido un mínimo de 17 adiciones.

Figura 141. Comparación de los cariotipos con tinción diferencial de bandas C de las especies de *R. sumichrasti* de las localidades de **A)** Río Chiflón, Hidalgo, **B)** Los Tules, Hidalgo, **C)** El Rancho Puebla **D)** y **E)** Zacualpan, Estado de México, **F)** Mil Cumbres, Michoacán y **G)** *R. mexicanus* de Puerto de la Soledad, Oaxaca.



El análisis de bandas G consistió en comparar el ideograma de *R. mexicanus* y el de *R. sumichrasti*, para determinar los posibles rearrreglos que pudieron haber ocurrido en el cariotipo de esta especie.

Se emplearon los cuatro citotipos, de *R. sumichrasti* que presentaron bandas G (Figura 142). Se midió el grosor de cada banda en el brazo corto (p), en el largo (q) y en la región centromérica y los datos se ubicaron en el ideograma previamente construido (Figura 143).

Los pares que pudieron compararse fueron 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 18, 20 y X. Los caracteres que se tomaron en cuenta para inferir los posibles rearrreglos fueron la longitud relativa y la morfología de los cromosomas así como el número y posición de las bandas (Tabla 30).

En la Figura 143 se puede observar que el par 1 de *R. mexicanus* presenta tres bandas, mientras que el mismo par de *R. sumichrasti* presenta una en el brazo p y dos en el brazo q cambio que, de acuerdo con Matthey (1973), sea debido muy probablemente a una inversión pericéntrica. En esa misma figura se puede observar que este mecanismo también pudo haber ocurrido en los cromosomas 3, 4, 6, 13, 18, 20 y X.

Figura 142. Comparación de los cariotipos de *R. sumichrasti* con tinción diferencial de bandas G de las localidades de **A)**, **B)** y **D)** El Rancho, Puebla y **C)** Zacualpan, Estado de México.

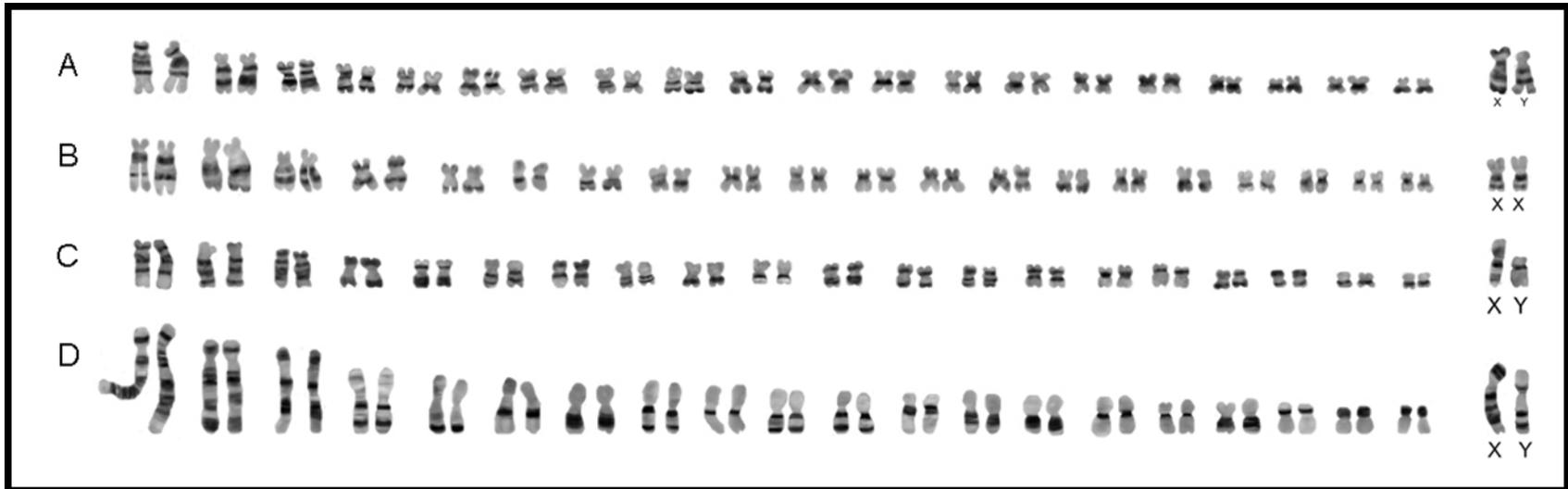
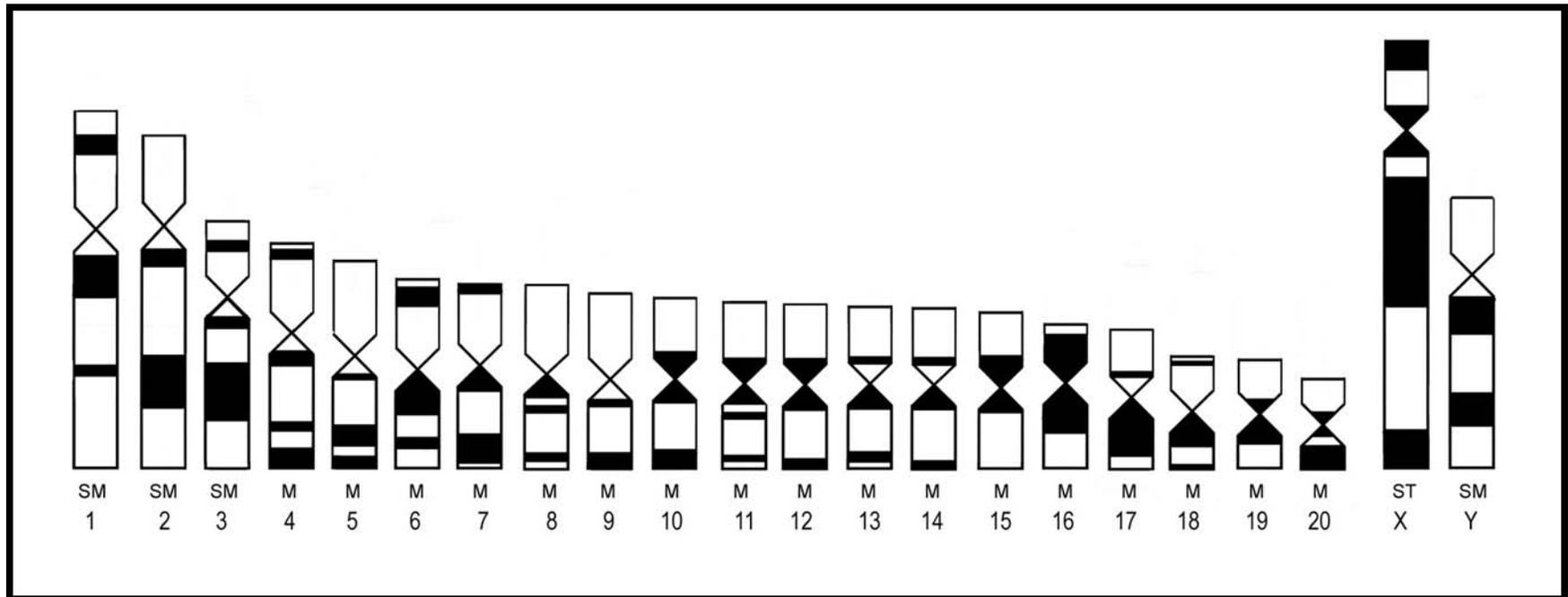
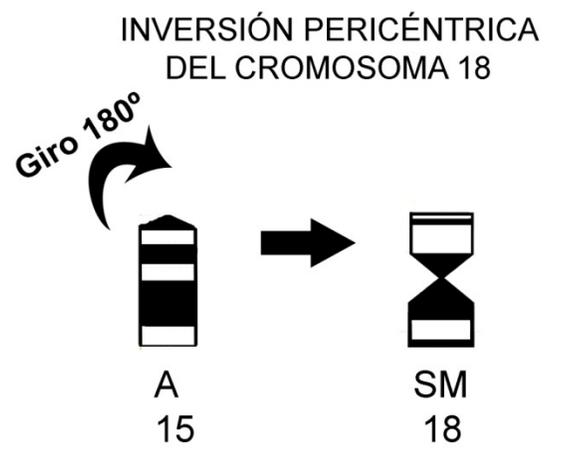
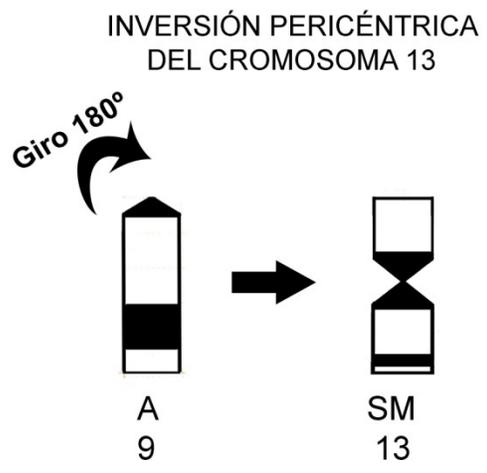
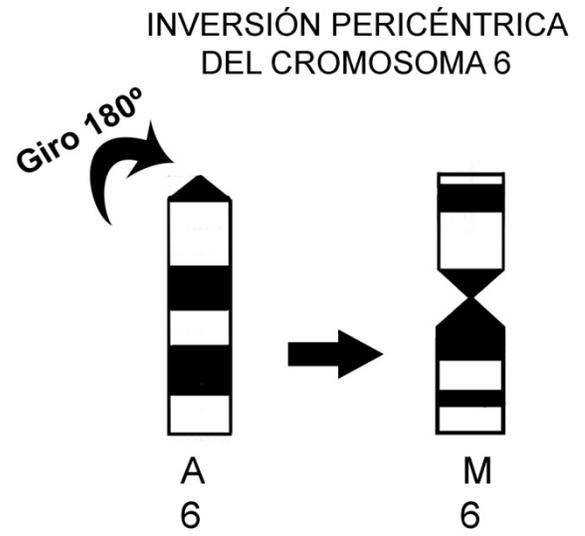
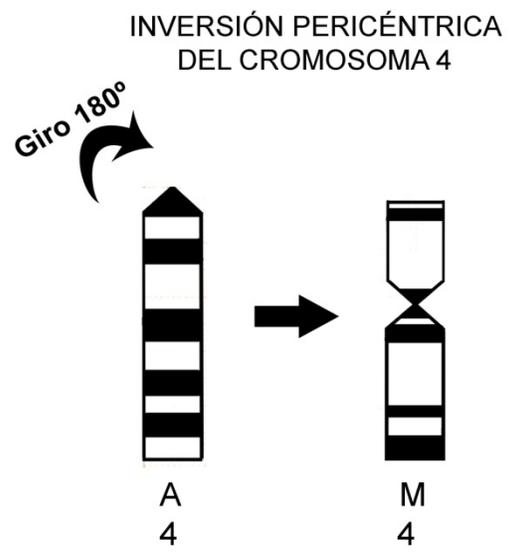
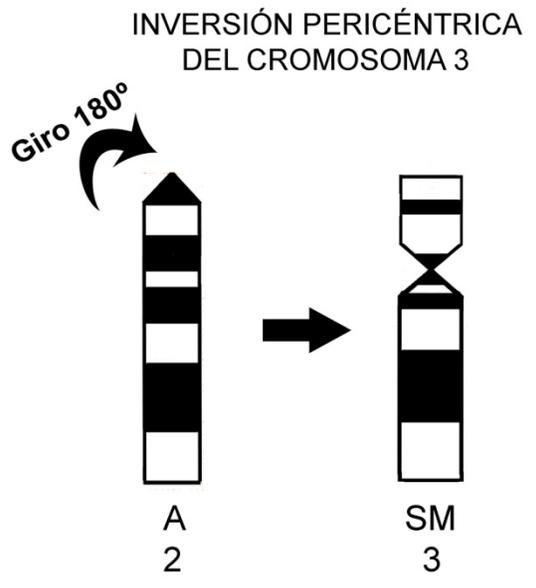
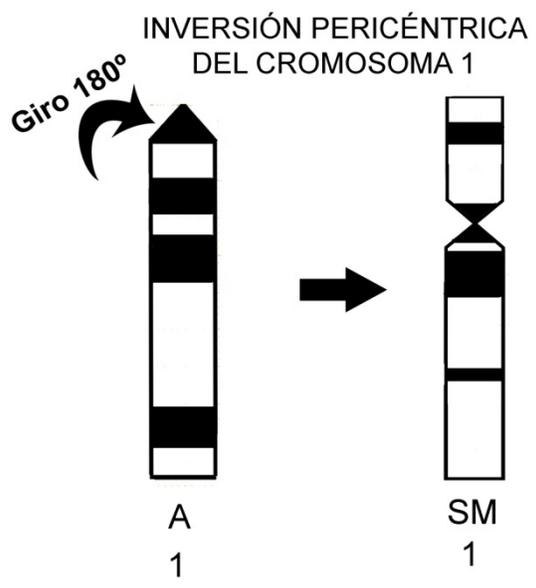


Figura 143. Ideograma con tinción diferencial de bandas G de *Reithrodontomys sumichrasti*.





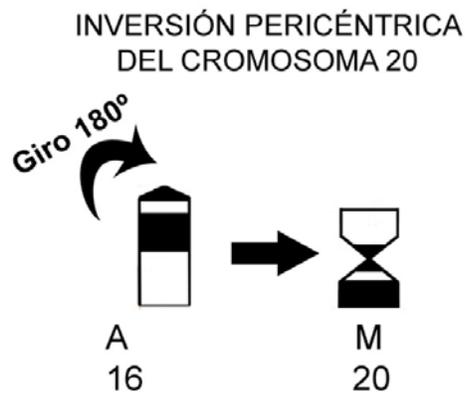


Figura 144. Inversiones pericéntricas que pudieron haber cambiado la morfología de los pares 1, 2, 4, 6, 9, 15 y 16 en *R. sumichrasti*.

El cromosoma 5 de *R. mexicanus* presenta dos bandas, al igual que el brazo q del cromosoma 2 de *R. sumichrasti* (Figura 144) y, en este caso, el cambio en la morfología de monorrámeo a birrámeo se debe a la presencia del brazo corto heterocromático en *R. sumichrasti*. Esto confirma la adición de heterocromatina en *R. sumichrasti*, que se había planteado en el análisis de bandas C. En la Figura 145 se puede observar que este mecanismo también pudo haber ocurrido en los cromosomas 2, 5, 8, 9, 10 y 11.

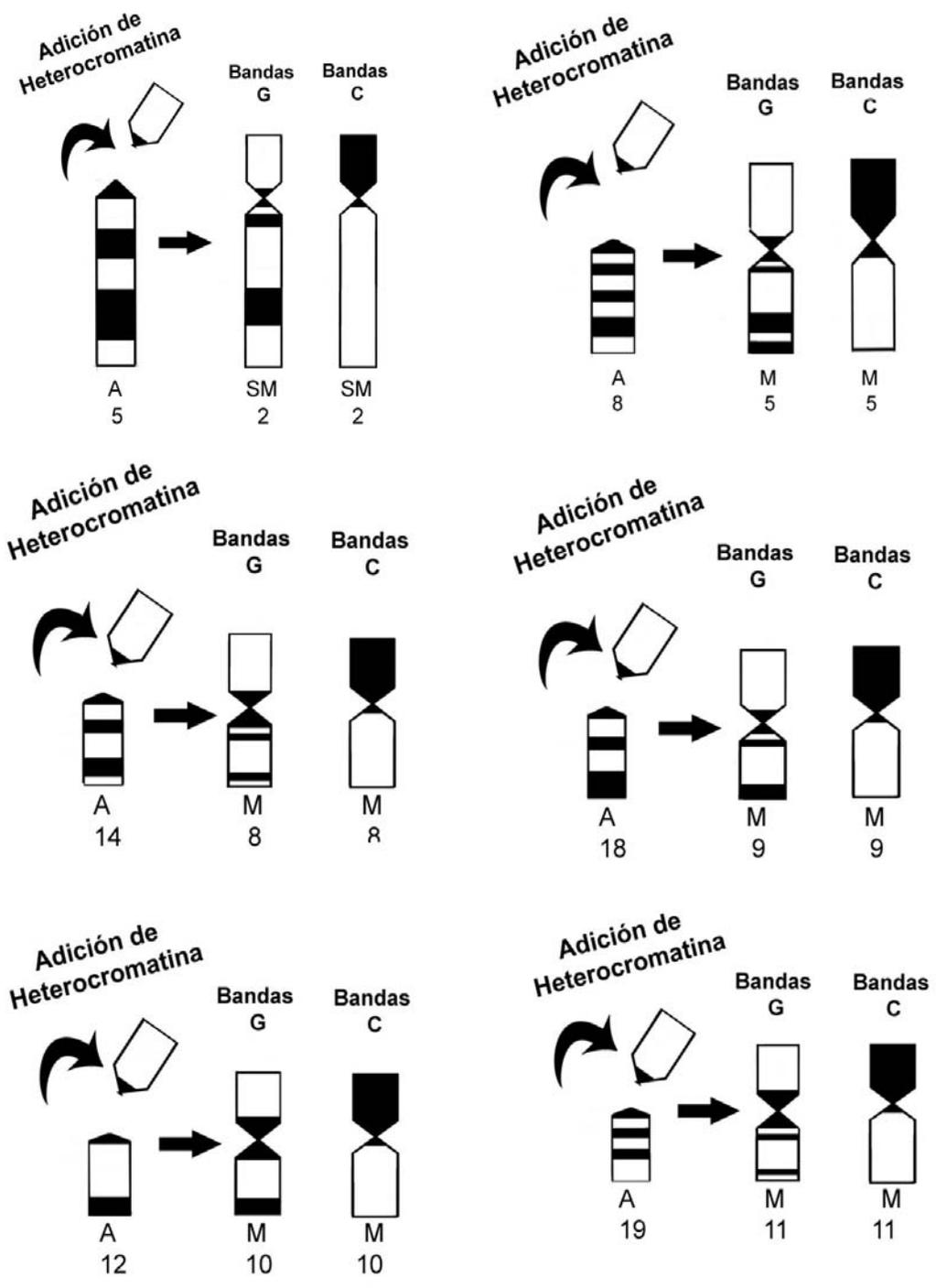


Figura 145. Adiciones de heterocromatina que pudieron haber cambiado la morfología de los pares 2, 5, 8, 9, 10 y 11 en *R. sumichrasti*.

Como se puede observar en la Figura 146 el cromosoma 11 de *R. mexicanus* presenta una banda G intercalar igual que el brazo q de *R. sumichrasti*; el cromosoma 23 de *R. mexicanus* tiene una banda en el telómero semejante a la del brazo q del cromosoma 7 de *R. sumichrasti*; es probable que los cromosomas 11 y 23, de *R. mexicanus* se hayan fusionado para formar el cromosoma 7 de *R. sumichrasti*.

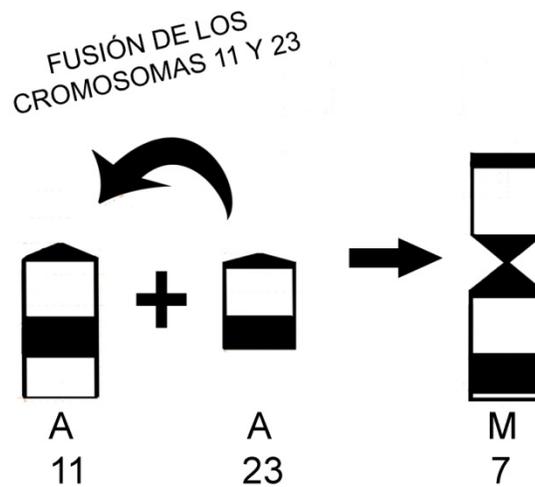


Figura 146. Posible fusión de los pares 11 y 23 de *R. mexicanus* que formó el 7 de *R. sumichrasti*.

Este reordenamiento que implica que dos cromosomas monorráneos se fusionen para formar un cromosoma birráneo explica la reducción en el número diploide del cariotipo de *R. mexicanus* de $2n=50$ a $2n=42$ de *R. sumichrasti*.

Las fusiones céntricas son un rearrreglo cromosómico que se ha observado en roedores de los géneros *Mus*, *Rattus*, *Oryzomys*, *Peromyscus* y *Sigmodon*. Se ha reportado que son el tipo de reordenamiento más encontrado entre especies o razas cromosómicas y se han considerado como la fuente más importante de diversidad cromosómica (Schmidly y Schroeter, 1974; Baker y Bickham, 1980; Patton y Sherwood, 1983 y Baker y Bickham, 1986).

En resumen para llegar al cariotipo de *R. sumichrasti* a partir del de *R. mexicanus* es muy probable que hayan ocurrido un mínimo de ocho inversiones pericéntricas y una fusión céntrica (Figura 147) (Tabla 30).

Los rearrreglos de tipo inversión pericéntrica y la adición de brazos heterocromáticos afectan al número fundamental lo cual explica el aumento del NF=48 de *R. mexicanus* a NF=80 de *R. sumichrasti*.

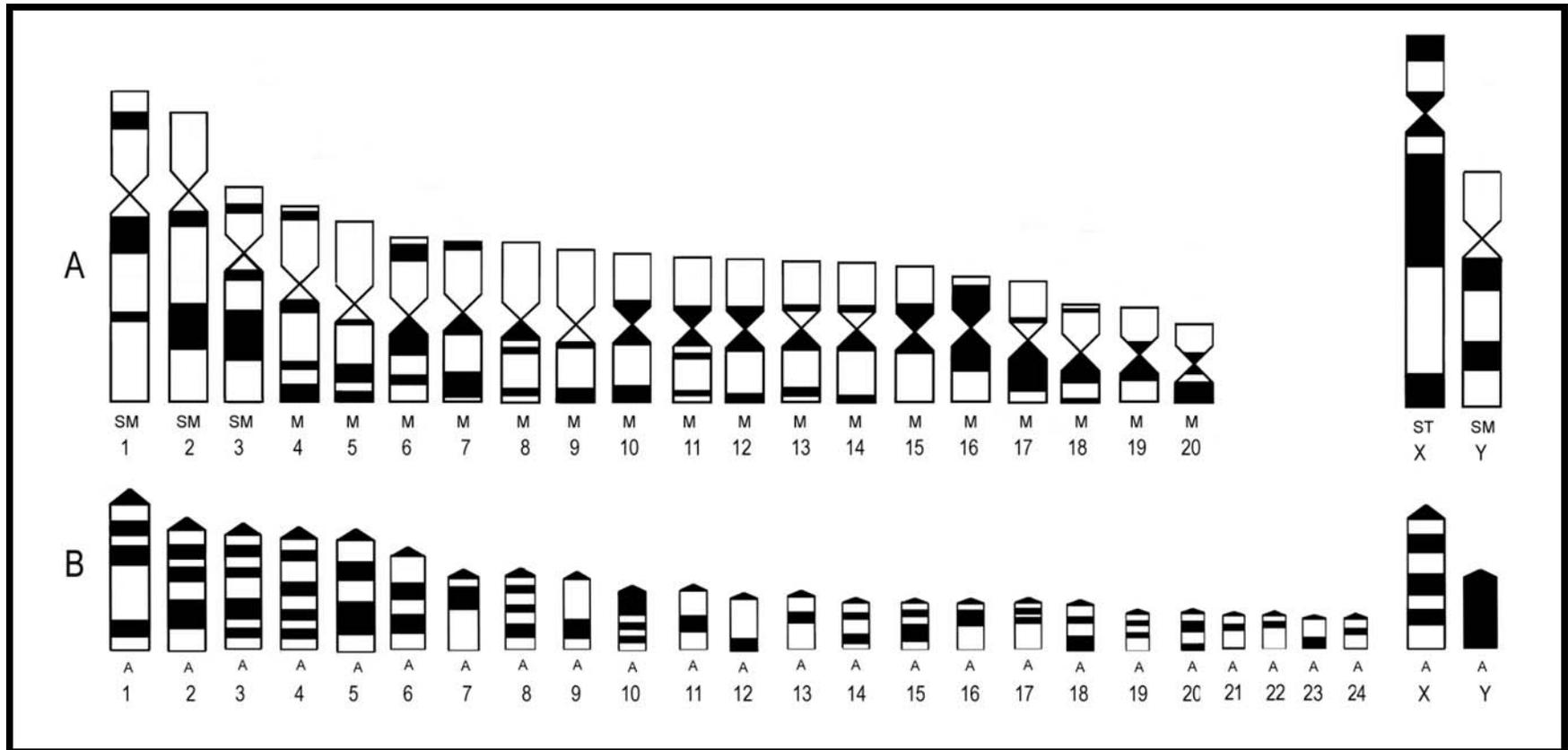
Par	Par	No. bandas		Longitud relativa		Morfología		Rearreglo
<i>R. mexicanus</i>	<i>R. sumichrasti</i>	<i>R. sumichrasti</i>						
1	1	3	3	8.09	8.47	Monorrámeo	Birrámeo	lp
2	3	3	3	7.18	6.51	Monorrámeo	Birrámeo	lp
4	4	4	4	6.34	5.44	Monorrámeo	Birrámeo	lp
6	6	2	2	5.44	4.92	Monorrámeo	Birrámeo	lp
9	13	1	1	4.06	3.82	Monorrámeo	Birrámeo	lp
15	18	2	2	2.75	2.96	Monorrámeo	Birrámeo	lp
16	20	1	1	2.55	2.20	Monorrámeo	Birrámeo	lp
X	X	3	3	7.15	9.26	Monorrámeo	Birrámeo	lp

Par	Par	No. bandas		Longitud del brazo q		Morfología		Rearreglo
<i>R. mexicanus</i>	<i>R. sumichrasti</i>	<i>R. mexicanus</i>	<i>R. sumichrasti</i>	<i>R. mexicanus</i>	<i>R. sumichrasti</i>	<i>R. mexicanus</i>	<i>R. sumichrasti</i>	<i>R. sumichrasti</i>
5	2 (q)	2	2	3.15	4	Monorrámeo	Birrámeo	AH (p)
8	5(q)	3	3	2.33	2.25	Monorrámeo	Birrámeo	AH (p)
14	8	2	2	1.53	2.10	Monorrámeo	Birrámeo	AH (p)
18	9	2	2	1.27	1.97	Monorrámeo	Birrámeo	AH (p)
12	10	1	1	1.9	2	Monorrámeo	Birrámeo	AH (p)
19	11	2	2	1.18	1.61	Monorrámeo	Birrámeo	AH (p)

Par	Par	No. bandas		Longitud relativa		Morfología		Rearreglo
<i>R. mexicanus</i>	<i>R. sumichrasti</i>	<i>R. sumichrasti</i>						
23	7(p)	1	1	1.61	4.76	Monorrámeo	Brazo p	FUSIÓN
11	7(q)	1	1	3.83		Monorrámeo	Brazo q	
TOTAL		2	2	5.44	4.76			

Tabla 30. Caracteres cromosómicos tomados en cuenta para el análisis de bandas G y los posibles rearreglos cromosómicos que originaron el cariotipo de *R. sumichrasti*.
lp, inversión pericéntrica, y Ah, adición de heterocromatina.

Figura 147. Comparación de los ideogramas con tinción diferencial de bandas G de las especies **A)** *R. sumichrasti* y **B)** *R. mexicanus*.



Del análisis de los cariotipos de *R. sumichrasti* con tinción convencional se concluye que:

- Se encontraron 19 nuevos citotipos.
- Existe variación cromosómica interpoblacional e intrapoblacional en *R. sumichrasti*.
- Con base en el análisis de componentes principales y el dendrograma hay tres posibles grupos de subespecies: el primero en donde se encuentra *R. s. nerterus*, *R. s. luteolus* con $2n=42$ y $NF=78$, y *R. s. sumichrasti* con $2n=42$ y $NF=80$. El segundo que incluye a *R. s. sumichrasti* con $2n=40$ y $NF=76$ y el tercero en el que se encuentra *R. s. dorsalis* con $2n=40$ y $NF=72$.
- Estos tres grupos de subespecies están aislados por diferentes montañas que posiblemente estén actuando como barreras geográficas propiciando un proceso de especiación incipiente de tipo alopátrica.

Del análisis del patrón de bandas C se concluyó que:

- La variación en la morfología de los cromosomas se puede explicar por la adición de brazos completamente heterocromáticos.
- Las adiciones de heterocromatina juegan un papel importante en la evolución cromosómica de esta especie.
- Es probable que a partir del cariotipo primitivo hayan ocurrido un total de 17 adiciones de heterocromatina para que se originara el cariotipo de *R. sumichrasti*.

El análisis de bandas G permitió concluir que:

- La variación en el número fundamental se puede explicar por la ocurrencia de rearrreglos cromosómicos de tipo inversión pericéntrica.
- La variación en el número diploide se puede explicar por la ocurrencia de fusiones céntricas.
- Se confirma la adición de heterocromatina en *R. sumichrasti*.
- A partir del cariotipo primitivo es posible que hayan ocurrido ocho inversiones pericéntricas, 17 adiciones de heterocromatina y una fusión céntrica para que se originara el cariotipo de *R. sumichrasti*.

5.2 Análisis estadístico de los cariotipos de las especies del género *Reithrodontomys*

Para poder analizar el comportamiento de los datos citogenéticos a nivel de género se realizó un análisis estadístico con los datos cariotípicos de las especies del género *Reithrodontomys* (Apéndice 47).

5.2.1 Análisis de componentes principales (ACP), de las especies del género *Reithrodontomys*.

En este análisis se obtuvo que no hay correlación entre las variables (Apéndice 48). Con los dos primeros componentes se explica el 85.71% de la variabilidad (Apéndice 49). En el primer componente las variables con más peso son el número de cromosomas acrocéntricos, número diploide y número fundamental mientras que, en el segundo componente, son número de cromosomas B, submetacéntricos y subtelocéntricos (Apéndice 50).

En la Figura 148, gráfica en la que se relaciona a los primeros dos componentes, se puede observar que las variables del 1 separan a las especies de *Aporodon* y a *R. fulvescens*, *R. hirsutus* y *R. humulis* de las demás especies del subgénero *Reithrodontomys*, mientras que el componente 2 separa a *R. fulvescens*, *R. hirsutus* y *R. humulis* de las de *Aporodon* y dentro del subgénero *Reithrodontomys* separa a *R. m. amoles*, *R. m. longicaudus* y *R. m. dychei*.

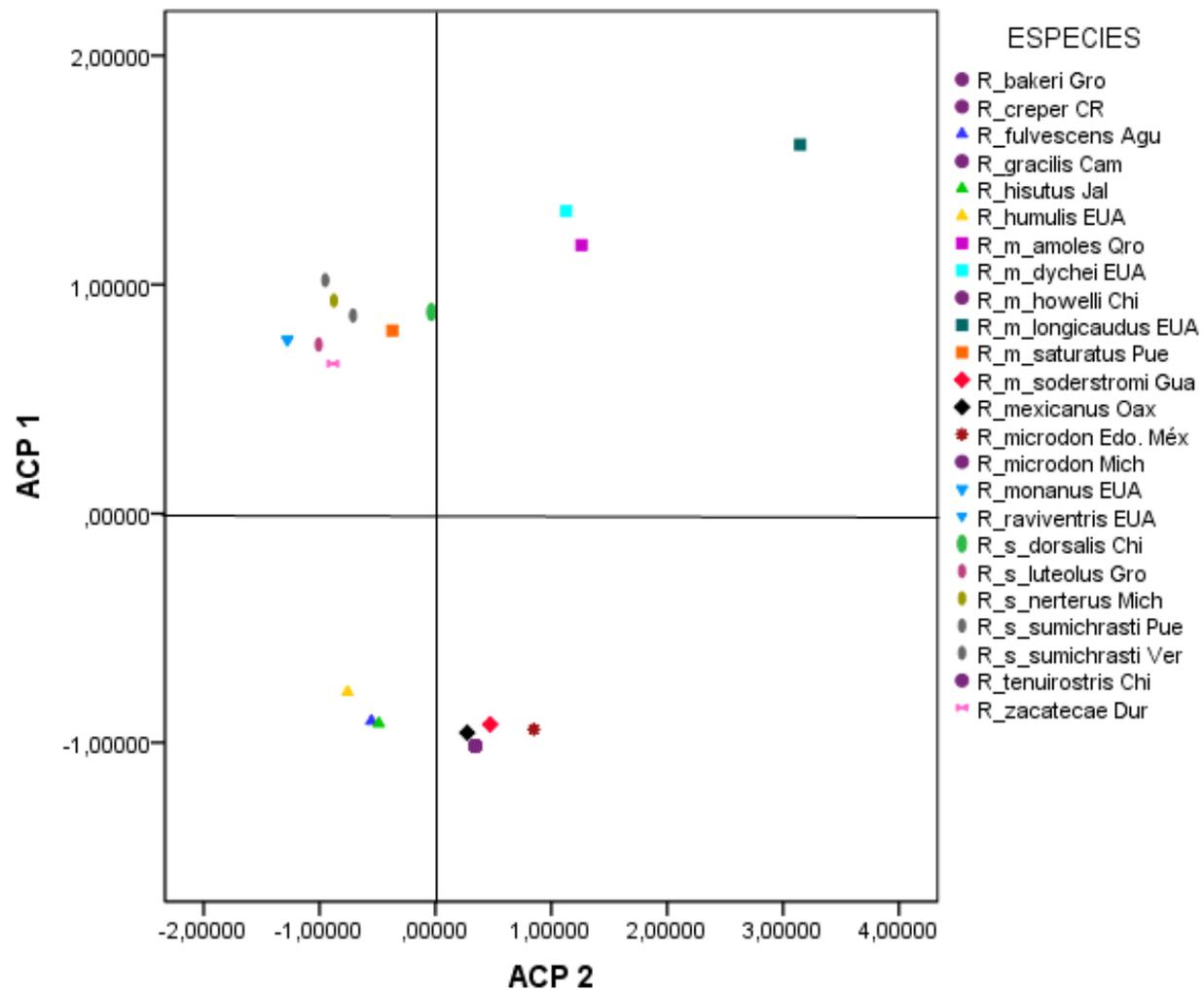


Figura 148. Gráfica del ACP en donde se relacionan el componente 1 y el 2.

5.2.2 Análisis de conglomerados de las especies del género *Reithrodontomys*.

Con la misma matriz de datos del ACP se obtuvo un dendrograma que relacionó a las especies por la distancia que existe entre los caracteres cromosómicos de los diferentes citotipos.

En el dendrograma de la Figura 149 se pueden identificar principalmente dos grupos: el I que incluye a *R. bakeri*, *R. creper*, *R. gracilis*, *R. m. howelli*, *R. microdon*, *R. teniurostris*, *R. m. soderstromi*, *R. mexicanus*, *R. fulvescens*, *R. humulis* y *R. hirsutus* organizadas en tres ramas: la A en donde están *R. bakeri*, *R. creper*, *R. gracilis*, *R. m. howelli*, *R. microdon*, *R. m. soderstromi*, que se caracterizan por presentar $2n=52$, la B en la que se ubican las especies *R. mexicanus*, *R. fulvescens* y *R. humulis* con $2n=50$; y la rama C que contiene a la especie *R. hirsutus*, con $2n=46$.

El grupo II está formado por tres ramas la D en donde se encuentran *R. m. dychei*, *R. m. longicaudus* y *R. m. amoles*, la E que contiene a *R. m. saturatus*, *R. s. sumichrasti*, *R. s. luteolus*, *R. s. nerterus* y *R. s. dorsalis*, *R. raviventris* y *R. montanus* y la rama F que incluye a *R. zacatecae*. Todas estas especies y subespecies se caracterizan por presentar cariotipos totalmente birrámeos con $2n=38$, 40 y 42.

Estos grupos se sustentaron con un análisis de discriminantes en el cual se obtuvieron valores de lambda de Wilks que se pueden observar en la Tabla 31. Estos valores indican que existen diferencias significativas entre los citotipos de las especies que conforman los cuatro primeros grupos (Figura 150).

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1 a la 5	,000	201,314	35	,000
2 a la 5	,009	78,158	24	,000
3 a la 5	,074	42,885	15	,000
4 a la 5	,411	14,654	8	,066
5	,738	5,023	3	,170

Tabla 31. Valores de Lambda de Wilks y Chi-cuadrada obtenidos del análisis de discriminantes para las especies del género *Reithrodontomys*.

Las especies del subgénero *Reithrodontomys*, *R. fulvescens*, *R. humulis* y *R. hirsutus* se ubicaron con las especies de *Aporodon* por presentar 2n=50 cromosomas acrocéntricos, lo cual es congruente con los trabajos realizados por Hooper (1952) y Arellano (1999) quienes, con base en estudios morfológicos y genéticos respectivamente, consideran que *R. fulvescens* y *R. hirsutus* podrían ser intermedias entre los dos subgéneros por presentar características de ambos.

Dendrogram

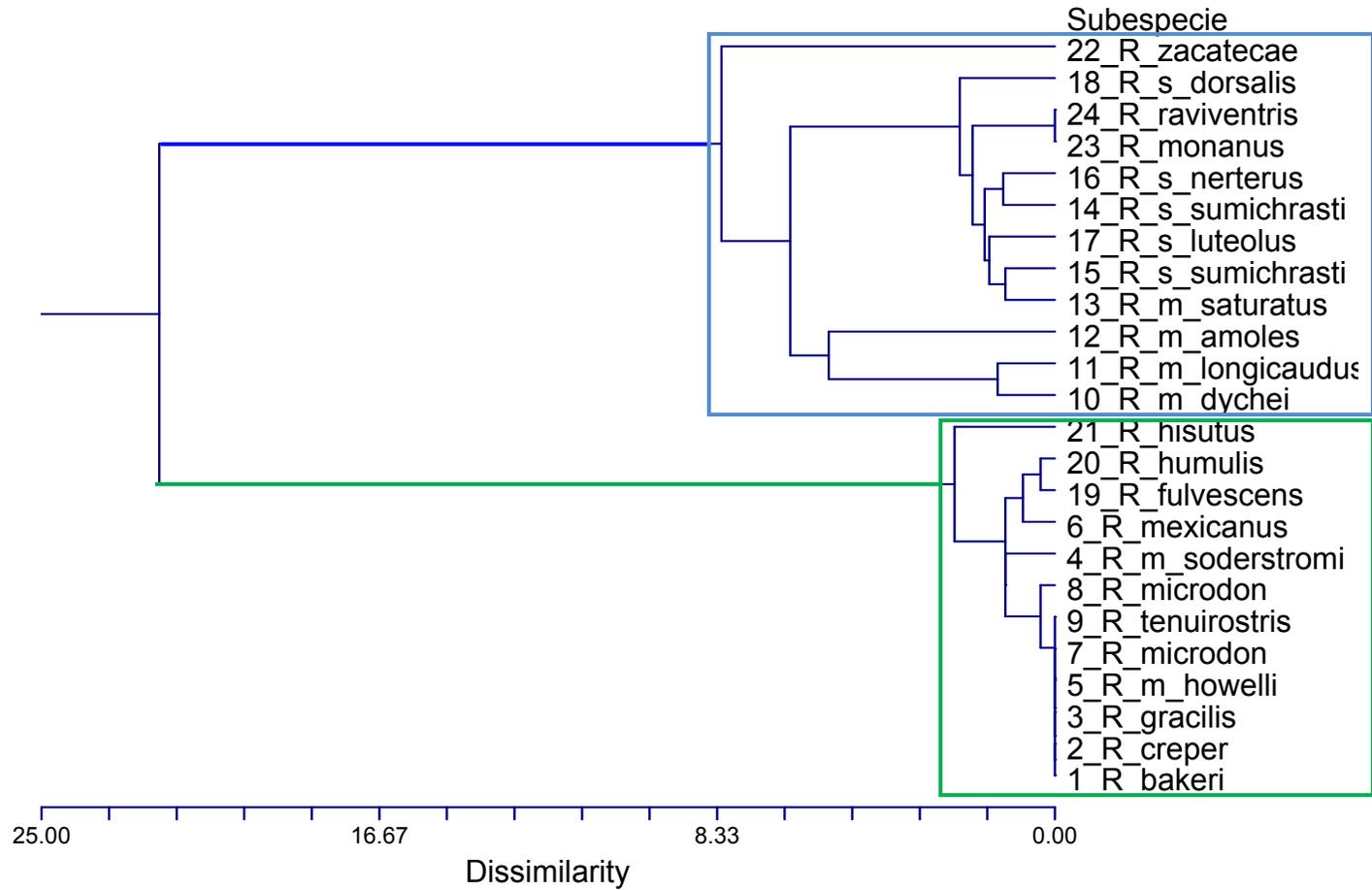


Figura 149. Dendrograma obtenido a partir de caracteres cromosómicos (2n, NF y morfología de los cromosomas) de las especies del género *Reithrodontomys*.

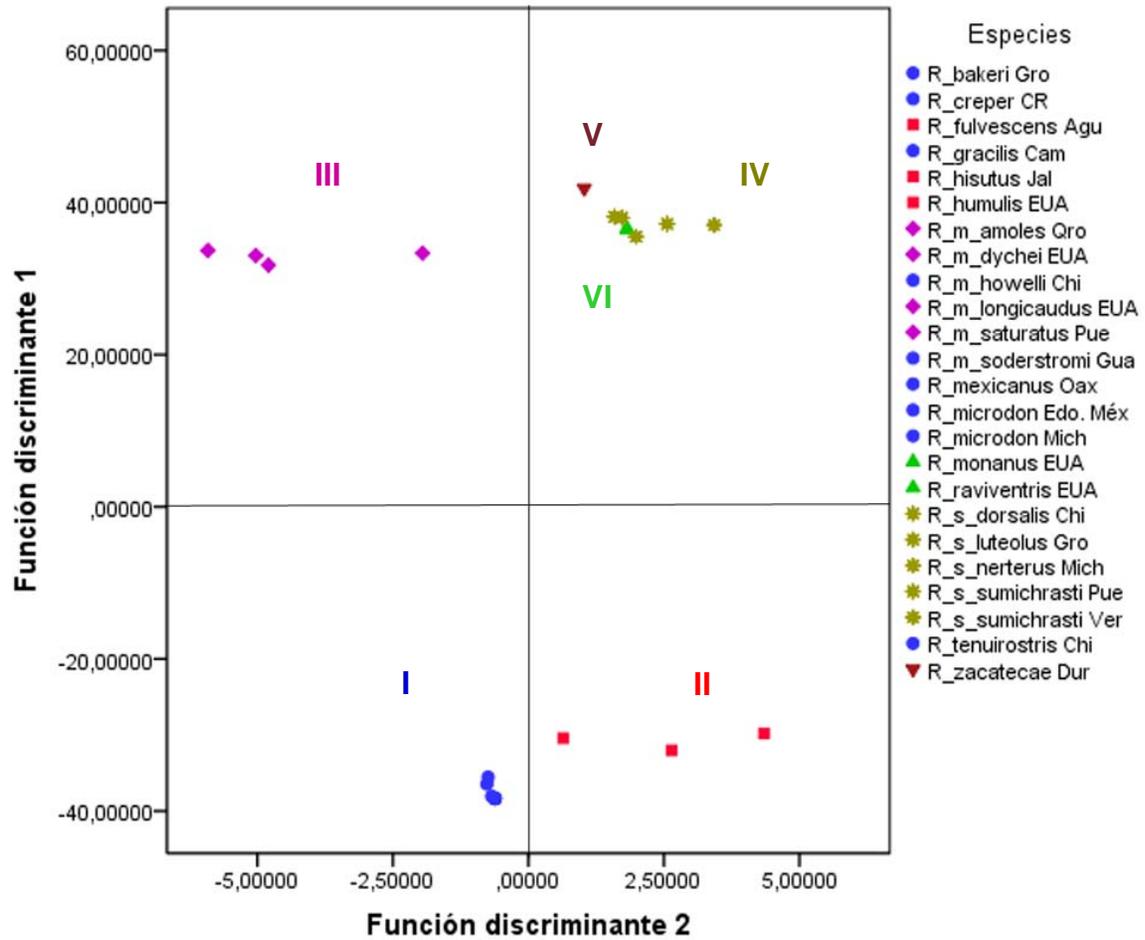


Figura 150. Gráfica del análisis de discriminantes de las especies del género *Reithrodontomys*.

5.4 Análisis cladístico del género *Reithrodontomys*

El resultado del análisis de correlación mostró que los caracteres no están correlacionados, por lo que se utilizaron para el análisis filogenético (Apéndice 48). Con base en el análisis de componentes principales se identificó la aportación de cada carácter a la variación entre citotipos (Apéndice 50). Para el análisis filogenético se creó una matriz de datos (Apéndice 51) y a los caracteres que aportaron más a la variación se les asignó un peso de la siguiente manera: Valor de 4 a los caracteres número diploide, número fundamental y número de cromosomas acrocéntricos, valor de 3 a número de cromosomas metacéntricos, submetacéntricos y subtlocéntricos, valor de 2 a morfología del cromosoma X y valor de 1 a todos los caracteres restantes (Dobigny *et al.*, 2004).

Como resultado de este análisis se obtuvo que todos, excepto 2 caracteres, fueron informativos generando 3 árboles más parsimoniosos con una longitud (L) de 102 pasos y un índice de consistencia rescalado RC=0.8, cuyo consenso estricto se presenta en la Figura 151. El arreglo de las ramas en esta filogenia muestra que las especies del género *Reithrodontomys* incluidas en este estudio forman un grupo monofilético, aunque el valor de *bootstrap* (35% no mostrado) es bajo.

Dentro del género ninguno de los dos subgéneros formaron grupos monofiléticos. En el caso del subgénero *Reithrodontomys*, las especies incluidas, con excepción de *R. fulvescens*, *R. hirsutus* y *R. humulis*, formaron un grupo monofilético con un valor de *bootstrap* en esta rama de 97%. En las relaciones entre las especies de

este subgénero, llama la atención la condición parafilética de *R. megalotis* y *R. sumichrasti*, sin embargo la mayoría de estas relaciones tienen valores de apoyo extremadamente bajos (menos de 30%). No obstante, la relación entre *R. m. longicaudus* y *R. m. amoles* está bien soportada por un valor de *bootstrap* de 81%.

Las especies de *R. fulvescens*, *R. hirsutus* y *R. humulis* están cercanas a *R. mexicanus*, clado que a su vez es hermano del resto de las especies del subgénero *Aporodon*. Con excepción de *R. humulis*, estas relaciones se asemejan a las propuestas por Hooper (1952) y Arellano *et al.*, (1999) que quienes consideran que *R. fulvescens* y *R. hirsutus* poseen características intermedias entre ambos subgéneros, aunque tienden a estar más relacionadas con las especies de *Aporodon*. La posición de *R. mexicanus* coincide con el alto grado de diferenciación genética encontrado por Arellano *et al.* (2000; 2005) quienes la reportan en su trabajo como una de las ramas más basales del subgénero *Aporodon*. La organización del resto de las muestras de *Aporodon* en el árbol (con excepción de *R. m. soderstromi*) refleja la condición conservadora de sus cariotipos pues la mayoría ocupa una misma rama debido a su parecido.

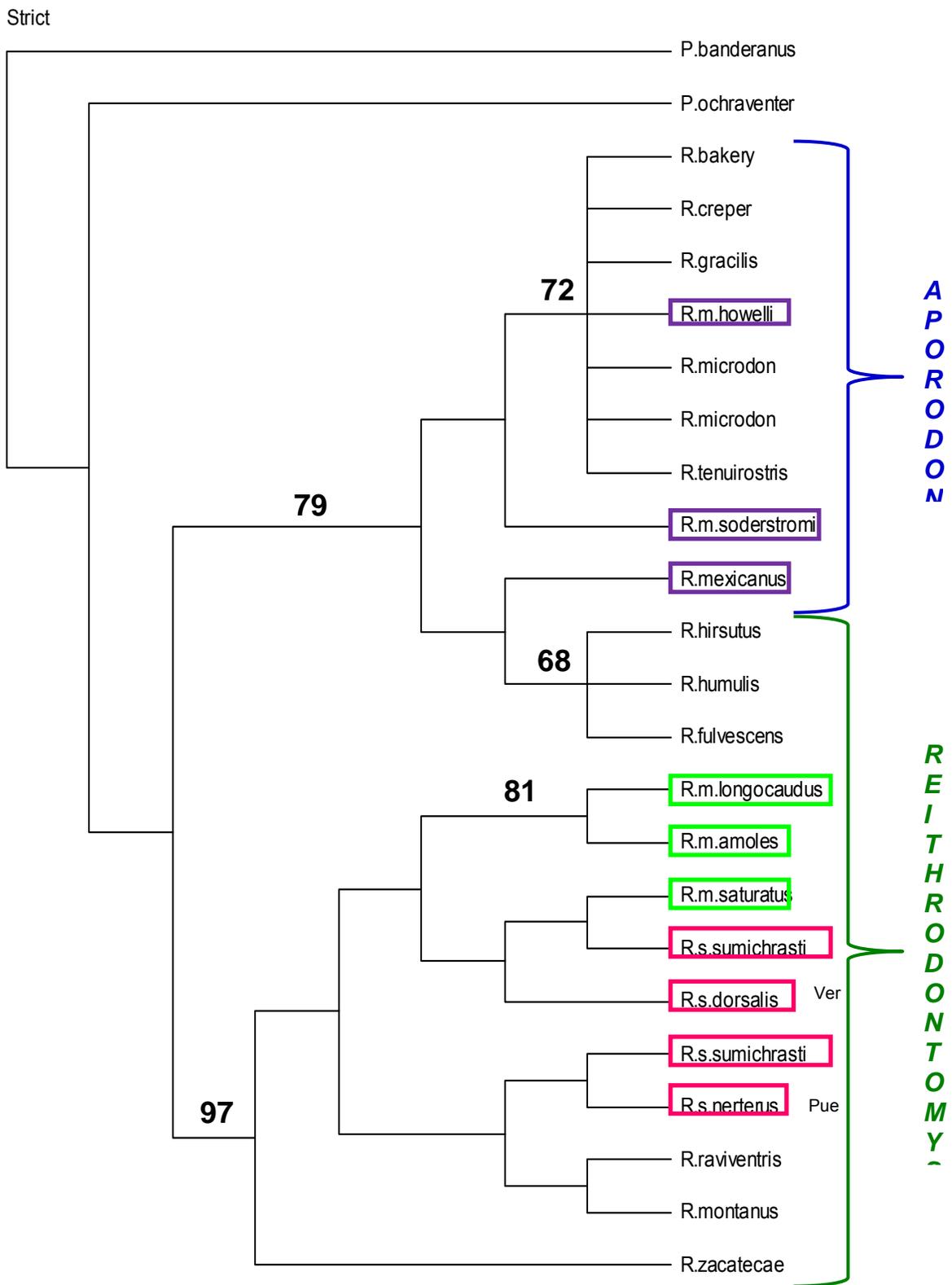


Figura 151. Árbol consenso estricto (L=102 y RC=0.8), obtenido a partir de caracteres cromosómicos del género *Reithrodontomys*.

R. zacatecae se ubica como grupo hermano de *R. montanus*, *R. raviventris*, *R. s. nerterus*, *R. s. sumichrasti*, *R. s. dorsalis*, *R. m. saturatus*, *R. m. amoles* y *R. m. longicaudus*. Bell *et al.*, (2001), con base en un análisis citogenético, sugirió que en estas especies ha ocurrido una marcada evolución cromosómica involucrando diferentes rearrreglos cromosómicos.

En el árbol consenso (Figura 151) *R. raviventris* y *R. montanus* se encuentran como taxa hermanos, lo que concuerda con los análisis citogenéticos y de citocromo B realizados por Bell *et al.*, (2001), quienes sugieren que estas especies han sufrido un proceso de megaevolución cariotípica y han regresado a un estado de estabilidad o estasis cromosómica.

Los ejemplares identificados como *R. megalotis* no fueron monofiléticos. *R. megalotis saturatus*, de Puebla e Hidalgo, se ubicó como grupo hermano de *R. s. sumichrasti*, mientras que *R. megalotis longicaudus* de EUA y *R. megalotis amoles* de Querétaro, aparecieron como taxa hermanos. Hooper (1952) con base en análisis de caracteres morfológicos, sugirió que de esta especie existen dos morfotipos: hacia el norte los ejemplares son de talla pequeña, con cola corta y de color canela en la parte dorsal y, hacia el sur, son de cola larga, la parte dorsal es más oscura, la ventral es blanca con color ante y el área pectoral es más oscura. Los datos citogenéticos apoyan a los de Hooper (1952), ya que existe una marcada diferencia entre los citotipos de las especies norteadas y sureñas, una es la presencia de hasta 7 cromosomas B, en las localidades de EUA. Bell *et al.*,

(2001) sugirió que esta especie también ha sufrido un proceso de megaevolución cariotípica, por lo que es posible que esté en un proceso de especiación incipiente.

Los individuos identificados como *R. sumichrasti* fueron polifiléticos. *R. s. nerterus* y *R. s. sumichrasti*, de Puebla formaron un grupo hermano al igual que *R. s. dorsalis* con *R. m. sumichrasti* de Veracruz.

R. s. sumichrasti de Puebla y Veracruz, son polifiléticos, debido a que los primeros presentaron $2n=42$ y $NF=80$ y los de Puerto del Aire, Veracruz, $2n=40$ y $NF=76$. Esta variación cromosómica apoya a Hardy *et al.*, (Datos no publicados) quienes, con base en estudios de ADN mitocondrial y nuclear, ubicaron a los individuos de Puebla en un clado (Figura 152 clado azul) y a los de Puerto del Aire, Veracruz en otro cercano (Figura 152 clado amarillo).

R. s. nerterus de Michoacán y Guerrero se ubicó en un clado distinto al de las otras poblaciones de *R. s. sumichrasti*, por presentar un citotipo diferente con $2n=42$ y $NF=78$. Estos datos citogenéticos concuerdan con los de Hardy *et al.*, (Datos no publicados), quienes sugirieron que los ejemplares de Michoacán y Guerrero presentan un haplotipo característico de esas localidades (Figura 152 clado rojo).

R. s. dorsalis, colectado en Chiapas, se ubicó en un clado alejado de los otros ya que presentó un cariotipo con $2n=40$ y $NF=72$, el cual es muy distinto al de las otras subespecies. Estas diferencias también son congruentes con la reportada

por Hardy *et al.*, (Datos no publicados), quienes basándose en un análisis de datos de ADN mitocondrial y nuclear encontraron que los individuos de Chiapas, presentaron la mayor divergencia del resto de las poblaciones de *R. sumichrasti*, (Figura 152 clado rosa), por lo que podrían ser una nueva especie.

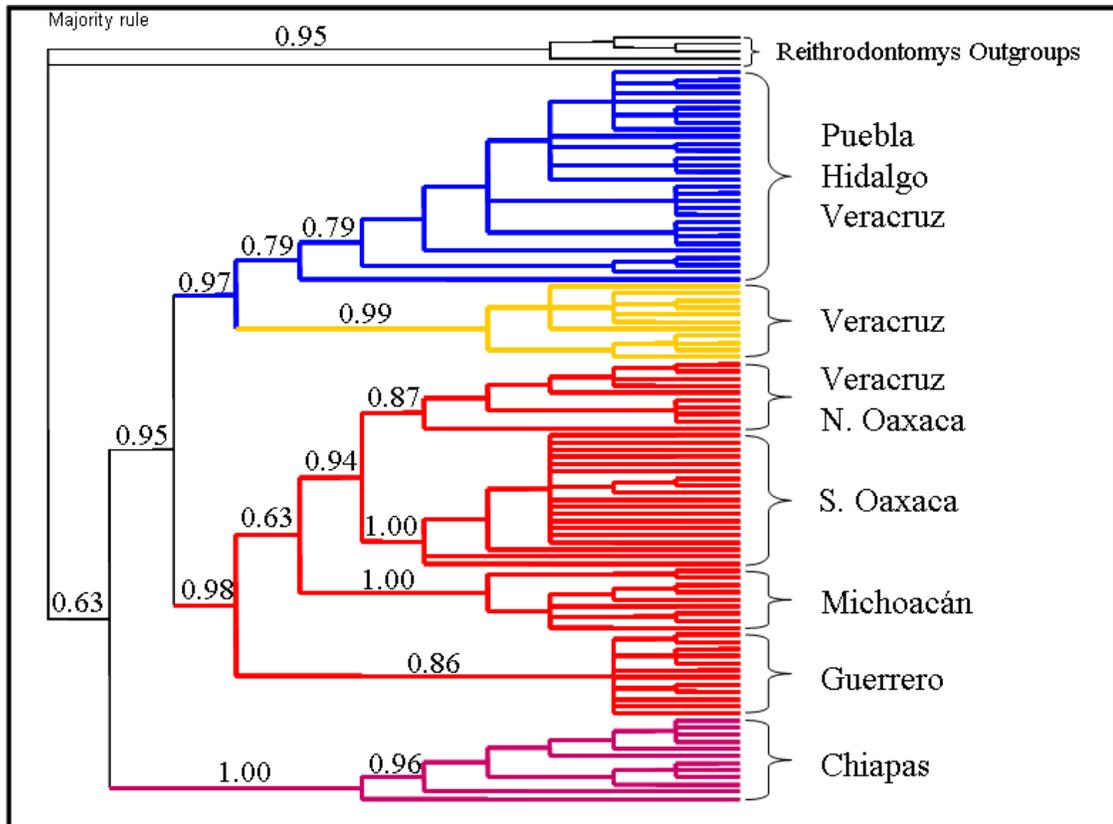


Figura 152. Cladograma obtenido a partir de caracteres de ADN mitocondrial y nuclear (Hardy *et al.*, datos no publicados).

Los resultados citogenéticos de este estudio muestran dos tendencias: una en el subgénero *Aporodon* en el que las especies presentan cariotipos completamente monorrámeos, con sólo dos números diploides y dos números fundamentales, heterocromatina restringida a la región centromérica y, en algunos casos, fragmentos intercalares. La otra en el subgénero *Reithrodontomys* en el cual se

encontró una gran diversidad cromosómica, en números diploides, números fundamentales, variación en la morfología de los autosomas y de los cromosomas sexuales, presencia de hasta siete cromosoma B, existencia de pares heteromórficos, brazos completamente heterocromáticos y una mayor frecuencia de fragmentos intercalares de heterocromatina.

Con base en los datos obtenidos en este trabajo, se sugiere que en el género *Reithrodontomys* los cromosomas han seguido dos modelos de evolución. En *Aporodon* la similitud en la fórmula cariotípica así como la presencia solamente de cromosomas monorrámeos sugieren que sus especies han evolucionado sin mayores cambios cromosómicos estructurales. Este comportamiento responde a un mecanismo similar al de ortoselección cariotípica propuesto por White (1978) en el cual un sólo tipo de rearrreglo cromosómico ocurre repetidamente dentro de un grupo de especies. Más aún, varios autores han sugerido que los grupos más antiguos presentan estabilidad cromosómica en la mayoría de sus especies, como ocurre en este subgénero (Bickham y Baker, 1979; Baker *et al.*, 1979; Baker y Bickham, 1980; Baker y Barnett, 1981).

La marcada variabilidad cromosómica encontrada en las especies del subgénero *Reithrodontomys* sugiere que la evolución cromosómica ha ocurrido por rearrreglos como las fusiones, inversiones pericéntricas y adiciones de heterocromatina mecanismo que corresponde al del modelo de megaevolución cariotípica que consiste en una reorganización radical del cariotipo de especies altamente relacionadas, en la que los patrones de bandas G se alteran (Bickham y Baker,

1979; Bickham y Baker, 1980; Baker y Bickham, 1980; Baker y Bickham, 1984; Beker *et al.*, 1987; Bradley *et al.*, 2003).

En este modelo de especiación los rearrreglos cromosómicos actúan como un mecanismo de aislamiento genético que sirve para mantener la integridad de las especies. Bickham y Baker (1979), sugirieron que el cariotipo tiene una naturaleza adaptativa y que puede evolucionar por rearrreglos cromosómicos hasta alcanzar el cariotipo óptimo que le permita al organismo adaptarse a un nuevo hábitat.

Finalmente estos resultados confirman y resaltan el valor taxonómico de los caracteres cariotípicos que, sumados a los biogeográficos, morfológicos y moleculares enriquecerán el conocimiento de la biología de los organismos y permitirán establecer con mayor precisión, y de manera más integral, las relaciones de parentesco entre las especies.

6. CONCLUSIONES

Subgénero *Aporodon*

- Las especies presentan los cariotipos más primitivos y conservados.
- Las especies han alcanzado estasis cromosómica, posiblemente porque presentan el cariotipo óptimo que les ha permitido adaptarse a los diferentes hábitats.
- La evolución cromosómica ocurre por un proceso de ortoselección cariotípica.
- *R. mexicanus* presenta el cariotipo primitivo del género *Reithrodontomys*.
- Los datos citogenéticos coinciden con los moleculares en que *R. mexicanus*, de Oaxaca, Puebla y Veracruz, podría ser una entidad taxonómica distinta a *R. mexicanus sensu stricto*.
- Los resultados citogenéticos apoyan la idea de que *R. microdon* del Estado de México y *R. microdon* de Michoacán posiblemente sean taxa distintos.

Subgénero *Reithrodontomys*

- La evolución cromosómica ocurre por megaevolución cariotípica.
- Los datos citogenéticos, al igual que los morfológicos y moleculares apoyan la idea de que *R. fulvescens*, *R. humulis* y *R. hirsutus* podrían considerarse como especies intermedias entre los subgéneros *Aporodon* y *Reithrodontomys*.

- La variación cromosómica intraespecífica en *R. sumichrasti* posiblemente se deba al efecto de aislamiento de las barreras geográficas, es decir, que esté ocurriendo especiación alopátrica.
- La variación cromosómica intrapoblacional en *R. megalotis saturatus* responde al modelo estasispátrico propuesto por White (1968, 1969, 1978).
- Los resultados de análisis citogenéticos, morfológicos y moleculares, coinciden con que *R. s. dorsalis* podría ser una entidad taxonómica distinta a *R. sumichrasti*.
- El cladograma obtenido a partir de caracteres cromosómicos complementa a los basados en caracteres morfológicos y moleculares (isoenzimas y de secuencia de ADN) reafirmando el valor del análisis citogenético en el establecimiento de las relaciones de parentesco en el género *Reithrodontomys*.
- El estudio de los cromosomas brinda información tan valiosa como los realizados con caracteres morfológicos y moleculares, los complementa y los enriquece.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, E. 1994. Allozymic relationships among six species of the harvest mice (subgenus *Aporodon*). M.S. Thesis, Brigham Young University, Utah, USA. 38 pp.
- Arellano, E. 1999. Molecular phylogeny of the genus *Reithrodontomys*. Doctor of Philosophy Thesis, Brigham Young University, Provo, Utah, 119 pp.
- Arellano, E., Rogers, D. S. Cervantes F. A. 2003. Genic differentiation and phylogenetic relationships among tropical harvest mice (*Reithrodontomys*: subgenus *Aporodon*). *Journal of Mammalogy*, 84(1):129-143.
- Arellano, E., González- Cózatl F. X. Rogers, Duke. 2005. Molecular systematics of Middle American harvest mice (*Aporodon*: *Reithrodontomys*) estimated by mitochondrial *Cyt-b* gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37:529-540.
- Arnold, M. L., Robbins, L. W., Chesser, R. K. Patton, J. C. 1983. Phylogenetic relationships among six species of *Reithrodontomys*. *Journal of Mammalogy*, 64:128-132.
- Ayala. F. 1984. *Genética Moderna*. Fondo Educativo Interamericano. Pp 561-592.
- Baker, R. J. Mascarello, J. T. 1969. Karyotypic analyses of the genus *Neotoma* (Cricetidae, Rodentia). *Cytogenetics* 8:187-198.
- Baker, R. J., Barnett, R. K. Greenbaum, I. F. 1979. Chromosomal evolution in grasshopper mice (*Onychomys*, Cricetidae) *Journal of Mammalogy*, 60:297-306.

- Baker, R. J. Bickham, J. W. 1980. Karyotypic evolution in bats: Evidence of extensive and conservative chromosomal evolution in closely related taxa. *Systematic Zoology*, 29(3) 239-253.
- Baker, R. J. Barnett, R. K. 1981. Karyotypic orthoselection for additions of heterochromatic short arms in *grasshopper* mice (*Onychomys: Cricetidae*). *The Southwestern Naturalist*. 26(2):125-131.
- Baker, R. J., Chesser, R. K., Koop, B. F. Hoyt, R. A. 1983a. Adaptive nature of chromosomal rearrangements and differential fitness in pocket gophers. *Genetica*, 61:161-164.
- Baker, R. J., Koop, B. F. Haiduk, M. W. 1983b. Resolving systematic relationships with G- bands: A study of five genera of South- American cricetine rodents. *Syst. Zool.* 32:403-416.
- Baker, R. J. Bickham, J. W. 1984. Karyotypic Megaevolution by any other name: A Response to Marks. *Systematic Zoology*, 33(3) 339-341.
- Baker, R. J. Bickham, J. W. 1986. Speciation by monobrachial centric fusions. *Evolution*, 83:8245-8248
- Baker, R. J., Qumsiyeh, M. B. Hood, C. S. 1987. Chromosomal Evolution in mammals: role of differentially-stained chromosomes. Pp. 67-96 in *Current Mammalogy*. (H. H. Genoways, ed.). Plenum Press.
- Baker, R. J. Quimseyeh, M. B. 1988. Methods in chiropteran mitotic chromosomal studies. *in*: T.H. Kunz, (ed). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smith Institution Press, Washington, D.C; pp. 425-435.

- Baker, R. J., Hamilton, M. Parish, D. A. 2003. Preparations of mammalian karyotypes under field conditions. Occasional Papers of the Museum of Texas Tech University 228:1 +8.
- Bell, D. M., Hamilton, M. J., Edwards, C. W., Wiggins, L. E., Martínez, R. M., Strauss, E. S., Bradley, R. D. Baker, R. J. 2001. Patterns of karyotypic megaevolution in *Reithrodontomys*: Evidence from a cytochrome- b phylogenetic hypothesis. Journal of Mammalogy, 82(1):81-91.
- Bickham, J. W. Baker, R. J. 1979. Canalization model of chromosomal evolution. Pp. 70-84, in Models and methodologies in evolutionary theory (Schwartz, J. H. y Rollins, H. G. eds.). Bull. Carnegie Mus. Nat. Hist., 13: 70-84.
- Bickham, J. W. Baker, R. J. 1980. Reassessment of the nature of chromosomal evolution in *Mus musculus*. Systematic Zoology, 29: 159-162.
- Blanks, G. A. Shellhammer, H. S. 1968. Chromosome polymorphism in California populations of harvest mice. Journal of Mammalogy, 49:726-731.
- Bowers, J. H., Baker, R. J. Smith, M. H. 1973. Chromosomal, electrophoretic, and breeding studies of selected populations of deer mice (*Peromyscus maniculatus*) and black-eared mice (*P. melanotis*). Evolution 27:378-386. in: Selected Readings in Mammalogy. 1976. (J. K. Jones, Jr., S. Anderson, R. S. Hoffmann, eds.). Museum of Natural History, Univ. of Kansas, Monograph 5:84-92.
- Bradley, R. D., Martínez, R., Maltbie, M., Tiemann, I., Wichman, H. A. Baker, R. J. 2003. Rapidly Evolving Repetitive DNA in a Karyotypically Megaevolved Genome: Factors that affect chromosomal evolution. Occasional Papers, of the Museum of Texas Tech University 223:1-7.

- Bradley, R. D., Mendez-Harclero de F., Hamilton, M. J. Cevallos, G. 2004. A new species of *Reithrodontomys* from Guerrero, Mexico. Occasional Papers, of the Museum of Texas Tech University 231:1-12.
- Camacho, J. P. M., Sharbel, T. F. y Beukeboom, L. W. 2000. B chromosome evolution. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 355:163-178.
- Carleton, M. D. 1980. Phylogenetic relationships in *Neotomine-Peromyscine* rodents (*Muroidea*) and a reappraisal of the dichotomy with the New World Cricetinae. Miscellaneous Publications, of the Museum of Zoology, University of Michigan, 157:1-46.
- Carleton, M. D. Myers, P. 1979. Karyotypes of some harvest mice, genus *Reithrodontomys*. Journal of Mammalogy, 60:307-313.
- Committee for the Standardization of Chromosomes of *Peromyscus*. 1977. Standardized karyotype of deer mice, *Peromyscus* (Rodentia). Cytogenetics 19:38-43.
- De Saussure, H. 1860. Note sur quelques mammifères du Mexique. 3rd Art. Rav. Et Mag. de Zool., Ser. 2,12: 97-110, 4 pls.
- Dobigny, G., Ducroz, J. F., Robinson, T. J. Volobouev, V. 2004. Cytogenetics and Cladistics. Syst. Biol. 53(3): 470-484.
- Duffey, P. A. 1972. Chromosome variation in *Peromyscus*: A New Mechanism. Science, New series, Vol. 176, No. 4041. 1333-1334 pp
- Eisenberg, J. F. 1989. Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics, vol. 1, Panamá, Colombia, Venezuela, Guayana, Suriname, French Guiana. University of Chicago Press, Chicago, IL.449 pp.

- Engstrom, M. D., Dowler, R. C., Rogers, D. S., Schmidly, D. J. Bickham, J. W. 1981. Chromosomal variation within four species of harvest mice (*Reithrodontomys*). *Journal of Mammalogy*, 62: 159-162.
- Espinosa, M. E., Sánchez, I. García, B. M. Lorenzo, M. C. 2006. Análisis de la distribución de roedores de la Familia Muridae en el Sur de México. En: *Genética y Mamíferos Mexicanos: Presente y Futuro. Boletín 32.* (Vázquez, D. E. Hafner, D. ed.) New México Museum of Natural History & Science.
- Felsenstein, J., 1985. Confidence limits on phylogenies: and approach using the bootstrap. *Evolution* 39, 783-791.
- Gardner, A. L. Patton, J. L. 1976. Karyotypic variation in oryzomyine rodents (Cricetinae) with comments on chromosomal evolution in the Neotropical cricetine complex. *Occas. Papers Mus. Zool., Louisiana State Univ.*, 49:148.
- Gibson, L. J. 1984. Chromosomal changes in mammalian speciation: a Literature Review *Origins*, 11(2):67-89.
- Greenbaum, I. F. Baker, R. J. 1978. Determination of the primitive karyotype for *Peromyscus*. *Journal of Mammalogy* 59:820-834.
- Greenbaum, I. F. Baker, R. J. Ramsey, P. R. 1978a. Chromosomal evolution and the mode of speciation in three species of *Peromyscus*. *Evolution*. 32(3) 646-654.
- Greenbaum, I. F. Baker, R. J. Bowers, J. H. 1978b. Chromosomal homology and divergence between sibling species of deer mice: *Peromyscus maniculatus* and *P. melanotis* (Rodentia, Cricetidae). *Evolution* 32:334-341.
- Hall, E. R. 1981. *The Mammals of North America.* (2da. ed.). John Wiley & Sons, New York, 2:601-1181.

- Hamilton, M. J., Honeycutt, R. L. Baker, R. J. 1990. Intragenomic movement, sequence amplification and concerted evolution in satellite DNA in harvest mice, *Reithrodontomys*: Evidence from in situ hybridization. *Chromosoma*, 99:321-329.
- Hillis, D.M., Bull, J.J., 1993. An empirical test of bootstrapping as a method for assessing confidence in phylogenetic analysis. *Syst. Biol.*42, 182–192.
- Hintze, J. 2005. NCSS. Number Cruncher Statistical Systems. Kaysville. Utah
- Hood, C. S., Robbins, L. W., Baker, R. J. Shellhammer, H. S. 1984. Chromosomal studies and Evolutionary Relationships of an Endangered species, *Reithrodontomys raviventris*. *Journal of Mammalogy*. 65(4):665-667.
- Hooper, E. T. 1950. Descriptions of two subspecies de harvest mice (Genus *Reithrodontomys*) from Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 63: 167-70.
- Hooper, E. T. 1952. A systematic review of harvest mice (Genus *Reithrodontomys*) of Latin America. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*, 77:1-255.
- Hooper, E. T. Musser, G. G. 1964. The glans penis in Neotropical *cricketines* (Family Muridae) with comments on classification of *muroid* rodents. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*, 656:1-26.
- Howell, A. H. 1914. Revision of the American harvest mice (Genus *Reithrodontomys*). *North American Fauna*, 36:1-97.
- Howell, A. H. 1932. Descriptions of two new harvest mice from Honduras. *Proc. Biol. Soc. Wash.*,45: 125-126.

- Howell, A. H. 1935. The harvest mice of San Luis Valley, Colorado. *Journal of Mammalogy*, 16: 143-144.
- Hsu, T. C. Benirschke, K. 1968. An atlas of mammalian chromosomes, Vol. I. Springer-Verlag, New York.
- Hsu, T. C. Benirschke, K. 1968. An atlas of mammalian chromosomes, Vol. II. Springer-Verlag, New York.
- Huxley, J. 1974. Evolution. The modern synthesis. George Allen and Unwin LTD. London. pp. 617.
- Kerridge, D. C. Baker, R. J. 1990. Genetic variation and origin of the most chromosomally polymorphic natural mammalian population. *Cytogenet Cell Genet* 53: 5-7.
- Koop, B. F., Baker, R. J., Haiduk, M. W. Engstrom, M. D. 1984. Cladistical analysis of primitive G- band sequences for the karyotype of the ancestor of the Cricetidae complex of rodents. *Genetica*, 64:199-208.
- Koop, B. F., Baker, R. J. Mascarello, J. T. 1985. Cladistical analysis of chromosomal evolution within the genus *Neotoma*. *Occasional Papers, of the Museum of Texas Tech University* 96:1-9.
- Lawlor, T. E. 1974. Chromosomal evolution in *Peromyscus*. *Evolution*, 28:689-692.
- Lee, M. R. Elder, Frederick B. 1977. Karyotypes of eight species of Mexican rodents (Muridae). *Journal of Mammalogy*, 58(4): 479-487.
- Levan, A. K., Fredgay, A. Sandberg, A. 1964. Nomenclature for chromosomic position on chromosomes *Hereditas* 52: 201-220.

- Mascarello, J. T., Warner, J. W. Baker, R. J. 1974. A chromosome banding analysis of the mechanisms involved in the karyological divergence of *Neotoma micropus* Baird. *Journal of Mammalogy* 5:831-834.
- Mascarello, J. T., Stock, A. D. Pathak, Sen. 1974. Conservatism in the arrangement of genetic material in rodents. *Journal of Mammalogy*. 55: 695-704.
- Mascarello, J. T. Hsu, T. C. 1976. Chromosome evolution in woodrats Genus *Neotoma* (Rodentia: Cricetidae). *Evolution* 30:152-169.
- Matthey, R. 1957. Cytologie comparee, systematique et phylogenie des Microtinae (Rodentia-Muridae). *Rev. Suiss Zool.*, 64:39-72.
- Matthey, R. 1965. Cytogenetic Mechanisms and Speciations of Mammals. *In Vitro*, 1: 1-11.
- Matthey, R. 1973. The chromosome formulae of eutherian mammals. Pp. 531-616, *in* Cytotaxonomy and vertebrate evolution (Chiareli A. B. and Capanna E., eds.), Academic Press, New York, XV+783 pp.
- Mayr, E. 1942. Systematics and the Origin of Species. Columbia University Press. New York.
- Mayr, E. 1968. *Especies animales y evolución*. Ariel. Chile. 808pp.
- Merriam, C. H. 1901. Descriptions of new harvest mice (Genus *Reithrodontomys*). *Proc. Wash. Acad. Sci.*, 3: 547-58.
- McGarigal, K., Cushman, S. Stafford, S. 2000. *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*. Springer – Verlag New York. 283 pp.
- Mohan, P. A. 1982. Cytogenetics and evolution. Atma Ram & Sons. Pp. 69, 83-87.
- Müntzing, A. 1974. Accessory chromosomes. *Annu. Rev. Genet.* 8:243-266.

- Musser, G. M., Carleton, M. D. 2005. Superfamily Muroidea. pp. 894–1531. *in*: Wilson, D. E. and Reeder (Eds.). *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, 3rd edition, Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- Nelson, K., Baker, R. J., Howard, S., Shellhammer Chesser, R. K. 1984. Test of alternative hypotheses concerning the origin of *Reithrodontomys raviventris*: genetic analysis. *Journal of Mammalogy*, 65(4):668-673.
- Pathak, S., Hsu, T. C. Arrighi, F. E. 1973. Chromosomes of *Peromyscus* (Rodentia, Cricetidae). IV. The role of heterochromatin in karyotypic evolution. *Cytogenetic. Cell Genet.* 12:315-326.
- Patton, J. L. 1967. Chromosome studies of certain pocket mice genus *Perognathus* (Rodentia: Heteromyidae). *Journal of Mammalogy*, 48:27-37.
- Patton, J. L. 1977. B- Chromosome Systems in the pocket Mouse, *Perognathus baileyi*: Meiosis and C- Band Studies. *Chromosoma*, 60:1-14.
- Patton, J. L., Baker, R. J. Avise, J. 1981. Phenetic and cladistic analyses of biochemical evolution in peromyscine rodents. Pp. 288-308 *in* *Mammalian Population Genetics* (M. H. Smith and J. Joule, eds.). University of Georgia Press, Atlanta.
- Patton, J. L. Sherwood, S. W. 1983. Chromosome Evolution and Speciation in Rodents. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 14:139-58.
- Pearson, O. P. Patton, J. L. 1976. Relationships among South American phyllotine rodents based on chromosome analysis. *Journal of Mammalogy*, 57:339-350.

- Peppers, J. A.; Lara, E., Wiggling Baker, R. J. 1997a. Nature of B chromosomes in the harvest mouse *Reithrodontomys megalotis* by fluorescence in situ hybridization (FISH). *Chromosome Research* 5:475-479.
- Peppers, J. A., Hamilton, M. J., Raúl Muniz-Martínez., Joaquín Arroyo-Cabrales Robert, D. Bradley. 1997b. Noteworthy karyotypes of rodents from Durango, México. *Occasional Papers, of the Museum of Texas Tech University* 168:1-6.
- Quimsiyeh, M. B. Baker, R. J. 1988. Comparative cytogenetics and the determination of primitive karyotypes. *Cytogenetics and Cell Genetics*, 47: 100- 13.
- Quiñones. 1984 (INEGI), 1991. *Fisiografía*, IV.10.1. Instituto de Geografía, Atlas Nacional de México, México. Proyección: Cónica conforme de Lambert. Escala 1:16, 000,000.
- Robbins, L. W. 1981. Sex chromosome polymorphisms in the *Reithrodontomys montanus* (Rodentia: Cricetidae). *Southwestern Naturalist*, 26 (2): 201-202.
- Robbins, L. W. Baker, R. J. 1978. Karyotypic data for African mammals with a description of an in vivo bone marrow technique. *Annals of the Carnegie Museum of Natural History*, 6:188-210.
- Robbins, L. W. Baker, R. J. 1980. G and C band studies on the primitive karyotype for *Reithrodontomys*. *Journal of Mammalogy*, 61:708-714.
- Robbins, L. W. Baker, R. J. 1981. An assessment of the nature of chromosomal rearrangements in 18 species of *Peromyscus* (Rodentia: Cricetidae). *Cytogenet. Cell. Genet.* 31:194-202

- Rogers, D. S. 1983. Phylogenetic affinities of *Peromyscus* (*Megadontomys*) Thomasi: evidence from differentially stained chromosomes. *Journal of Mammalogy*. 64(4):617-623.
- Rogers, D. S., Heske, E. J. Good, D. A. 1983. Karyotypes and a Range Extension of *Reithrodontomys* (Cricetidae: Subgenus *Aporodon*) from Mexico. *Southwestern Naturalist*, 28 (3): 372-374.
- Rogers, D. S., Greenbaum, I. F., Gunn, S. J. Engstrom, M. D. 1984. Cytosystematic value of chromosomal inversion data in the genus *Peromyscus* (Rodentia: Cricetidae). *Journal of Mammalogy*. 65(3):457-465.
- Rzedowski, J. 1992. "Vegetación potencial". IV. 8.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4 000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Sánchez, O. 1993. Análisis de algunas tendencias ecogeográficas del género *Reithrodontomys* (Rodentia: Muridae) en México. En: Medellín, R. A. y Cevallos, G. (eds.). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*, Publicaciones Especiales, Vol 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F. pp. 25-44.
- Seabright, M. 1971. A rapid banding technique for human chromosomes. *Lancet*, 971-972.
- Stangl, F. B. Baker, R. J. 1984. Evolutionary relationships in *Peromyscus*: Congruence in chromosomal, genetic, and classical data sets. *Journal of Mammalogy*. 65(4):643-654.
- SEMARNAT, 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Edición 2008. Compendio de estadísticas ambientales. <http://www.semarnat.gob.mx>
- Sharma, A. 1981. *The chromosomes*. 1ª ed, New Delhi. India.

- Shellhammer, H. S. 1967. Cytotaxonomic studies of the harvest mice of the San Francisco bay region. *Journal of Mammalogy*. 48(4):549-556.
- Shellhammer, H. S. 1969. Supernumerary Chromosomes of the Harvest Mouse, *Reithrodontomys megalotis*. *Chromosoma* 27: 102-108.
- Schmidly, D. J. Schroeter, G. L. 1974. Karyotypic variation in *Peromyscus boylii* (Rodentia: Cricetidae) from México and corresponding taxonomic implications. *Systematic Zoology*, 23:333-342.
- Smith, S. A., Bradley, R. D. y Greenbaum, I. F. 1986. Karyotypic conservatism in the *Peromyscus mexicanus* group. *Journal of Mammalogy*. 67(3):584-586.
- Smith, S. A., Greenbaum, I. F., Schmidly, D. J. Davis, K. M. Houseal, T. W. 1989. Additional notes on Karyotypic variation in the *Peromyscus boylii* species group. *Journal of Mammalogy*. 70(3):603-608.
- Sullivan, J. E., Arellano, A. E., Rogers, D. S. 2000. Comparative phylogeography of Mesoamerican highland rodents: concerted versus independent response to past climatic fluctuations. *American Naturalist* 155:755-768.
- Swofford, D. L. 1998. PAUP: Phylogenetic analysis using parsimony (and other methods). Version 4.0 (prerelease test version). Sinauer, Sunderland, Massachusetts.
- Urbina, S. I., Aguilar, M. A., Arellano, E., González-Cózatl Rogers, S. D. 2006. Karyotypes of three species of harvest mice (genus *Reithrodontomys*). *The Southwestern Naturalist*. 51 (4) 564-568.
- Van Den Bussche, R. A., Honeycutt, R. L. Baker, R. J. 1992. Restriction endonuclease digestion patterns of harvest mice (*Reithrodontomys*)

- chromosomes: a comparison to G-bands, C- bands, and in situ hybridization. *Genetica* 87: 141-149.
- Wang, H. Federof, S. 1972. Factor affecting the quality of G bands produced by trypsin in human chromosomes. *Cytobios*, 6:47-50.
- Watrous, L. E. Wheeler, Q. D. 1981. The outgroup comparison method of character analysis. *Systematic Zoology* 30:1-11.
- Webster, D. Knox, J. 1982. *Reithrodontomys megalotis*. *Mammalian species*, 167: 1-5.
- White, M. J. 1968. Models of Speciation. *Science*. 159(3819):1065-1070.
- White, M. J. 1969. Chromosomal rearrangements and speciation in animals. *Annu. Rev. Genet.* 3:75-98.
- White, M. J. 1973a. *Animal cytology and evolution*. Cambridge. University. Press. 961 pp.
- White, M. J. 1978b. Chain Processes in Chromosomal Speciation. *Systematic Zoology*. 27(3): 285-298.
- White, M. J. 1978. *Modes of speciation*. Freeman. San Francisco.
- Yates, T. L., Baker, R. J. Barkett, R. K. 1979. Phylogenetic analysis of karyological variation in three species of peromyscine rodents. *Systematic Zoology*, 28:40-48.
- Zimmerman, E. G. 1970. Karyology, systematic and chromosomal evolution in the rodent genus *Sigmodon*. *Publ. Mus., Michigan State Univ., Biol. Ser.*, 4:389-454.

APÉNDICE 1

Localidades, número de individuos, sexo y fechas de colecta de las especies del subgénero *Aporodon*, *R. mexicanus*, *R. microdon* y *R. tenuirostris*, colectadas en bosque mesófilo de montaña cuyo cariotipo fue descrito en este trabajo

ESPECIE	LUGAR DE COLECTA	# INDIVIDUOS Y SEXO	FECHA DE COLECTA
SUBGÉNERO <i>Aporodon</i>			
<i>R. mexicanus</i>	Veracruz: Mesa de la Yerba, 3.4 km SW de la desviación a Mazatepec, Mpio. Acajate. 19°33.558' N, 97°01.110' W, 2040 m	1♀	Marzo 2005
	Hidalgo: Río Chiflón, 9.7 Km ENE, Crucero de los Tules, Camino a Zacualpan, Mpio. Agua Blanca. 20°24.080' N, 98°23.045' W, 1750 m	1♀	Abril 2006
	Puebla: Rancho 22 Marzo, Km 75.8 Carretera Ahuazotepec- Zacatlán. Mpio. Zacatlán. 19°56.752' N, 97°59.342' W, 1750 m	1♂	Abril 2006
	Puebla: El Durazno Ixtlahuaca, Mpio. Teziutlán. 19°49'325"N, 97°20'399"W, 1830 m	1♀	Agosto 2004
	Oaxaca: Puerto de la Soledad, Mpio. Teotitlán de Flores Magón. 18°09'742"N, 96°59.852' W, 2600 m	3♂,1♀	Septiembre1997
		<u>n=8</u>	

ESPECIE	LUGAR DE COLECTA	# INDIVIDUOS Y SEXO	FECHA DE COLECTA
SUBGÉNERO <i>Aporodon</i>			
<i>R. microdon</i>	Edo. México: 8 Km SW Zacualpan, Carretera Zacualpan Mamantla, Mpio. Zacualpan. 18°14. 475'N, 99°48. 003' W, 2315 m	3♂	Agosto 2006
	Michoacán: 8.9 Km NW Mil Cumbres. 19°40. 09' N, 100°48.18' W, 2625 m	1♀	Abril 2006

ESPECIE	LUGAR DE COLECTA	# INDIVIDUOS Y SEXO	FECHA DE COLECTA
SUBGÉNERO <i>Aporodon</i>			
<i>R. tenuirostris</i>	Chiapas: Cerro Tzontehuitz, 13 Km. N de San Cristóbal de las Casa, Mpio. San Juan Chamula. 16°52. 12' N, 92°30. 17' W, 2900 m	1♂	Septiembre 2006

Total de ejemplares N=13

APÉNDICE 2

Localidades, número de individuos, sexo y fechas de colecta de las especies del subgénero *Reithrodontomys*, *R. megalotis* y *R. sumichrasti*, colectadas en bosque mesófilo de montaña cuyo cariotipo fue descrito en este trabajo.

ESPECIES	LUGAR DE COLECTA	# INDIVIDUOS Y SEXO	FECHA DE COLECTA
SUBGÉNERO <i>Reithrodontomys</i>			
<i>R. megalotis</i>	Hidalgo: Río Chiflón, 9.7 Km ENE, Crucero de los Tules, Camino a Zacualpan, Mpio. Agua Blanca. 20°24.080' N, 98°23.045' W, 1750 m	1♀	Abril 2006
	Puebla: Rancho 22 de Marzo, Km 75.8 Carretera Ahuazotepec-Zacatlán, Mpio. Zacatlán. 19°55'.752" N, 97°59'.342"W, 2270 m	5♂,2♀	Abril 2006
	Puebla: Cuautlamingo, Mpio. Tlatlanquitepec. 19°46' 043" N, 97°32' 25.2" WO, 2171 m	1♂	Noviembre 2005
	Puebla: Alhuaca 8 Km NE Vicente Guerrero, Mpio. Vicente Guerrero. 18°34'231"N, 97°09'965"W, 2680 m	6♂,2♀	Abril 2006

ESPECIES	LUGAR DE COLECTA	# INDIVIDUOS Y SEXO	FECHA DE COLECTA
SUBGÉNERO <i>Reithrodontomys</i>			
<i>R. sumichrasti</i>	Hidalgo: Río Chiflón, 9.7 Km ENE Crucero los Tules, Camino a Zacualpan, Mpio. Agua Blanca. 20°24.080 N, 98°23.045 W, 1750 m	1♂,2♀	Abril 2006
	Hidalgo: 5 Km ENE Crucero Los Tules. Camino a Xuchitl. Mpio. Agua Blanca. 20°23.004 N, 98°21.884 W, 2070 m	2♂,	Abril 2006
	Puebla: Rancho 22 de Marzo, Km 75.8 Carretera Ahuazotepec-Zacatlán, Mpio. Zacatlán. 19°55'.752" N, 97°59'.342"W, 2270 m	2♂,2♀	Abril 2006
	Puebla: El Durazno- Ixtlahuaca, Mpio. de Teziutlán, Km 0.5 Libramiento, Parada. 19°49' 325" N, 97°20'399"W,1830 m	1♂	Agosto 2004
	Puebla: Cuautlamingo, Mpio. Tlatlanquitepec. 19°46' 043" N, 97°32' 25.2" WO,2171 m	1♂	Noviembre 2005
	Puebla: Alhuaca 8 Km NE Vicente Guerrero, Mpio. Vicente Guerrero. 18°34'.231"N, 97°09'.965"W, 2680 m	1♂	Abril 2006
	Edo. México: 8 Km SW Zacualpan, Carretera Zacualpan Mamatla, Mpio. Zacualpan. 18°14.475 N, 99°48. 003 W, 2315 m	3♂,2♀	Agosto 2006
	Veracruz, Puerto del Aire, Mpio. Acultzingo. 18°40.686' N, 97°19.613' W, 2440 m	1♂,2♀	Marzo 2005
	Veracruz, Mesa de la Yerba, Mpio. Acajete. 19°33.558' N, 97°53.221'W 2040 m	2♂,2♀	Marzo 2005
	Michoacán: 8.9 Km NW Mil Cumbres. 19°40.09 N, 100°48.18 W,2625 m	2♂,4♀	Abril 2006

Michoacán: 9.2 Km W Dos Aguas. 18°48.28 N, 102°58.65 W, 2245 m	3♂, 2♀	Abril 2006
Guerrero: 4.8 Km S El Tejocote, Mpio. Malinaltepec. 17°18'.323" N, 98°40'.036"W, 2455 m	2♂	Agosto 2005
Chiapas: Cerro Tzontehuitz, 13 Km. N de San Cristóbal de las Casa, Mpio. San Juan Chamula. 16°52. 12' N, 92°30. 17' W, 2900 m	1♀	Septiembre 2006
Total de ejemplares		<u>N=55</u>

APÉNDICE 3

Preparación de soluciones y colorantes que se utilizaron en este trabajo

Preparación de Soluciones

1. KCl (J. T. Baker) al 0.4%.

- Se pesan 0.4249 gr. de cloruro de potasio (KCl) (J.T. Baker) y se disuelven en 100 ml de agua destilada.

2. Fijador de Carnoy.

- Metanol absoluto (Merck) y ácido acético glacial (Merck) en proporción 3 partes de metanol absoluto (Merck) y una parte de ácido acético glacial (Merck)
-

3. Buffer de Sörensen.

- Se pesan 6.63 gr. de fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4) (J.T. Baker).
- Se pesan 2.56 gr. de fosfato de sodio dibásico anhidro (Na_2HPO_4) (J.T. Baker).
- Se disuelven en 800 ml de agua destilada y se afora a 1L.

4. Ácido Clorhídrico 0.2N

5. Hidróxido de Bario 2.5%.

6. Solución Salina de Citrato de Na (2XSSC).

7. Solución de Tripsina

- Se disuelven 0.015 gr de Tripsina y 0.01gr de EDTA en 50 ml de Solución HBSS libre de Ca^{++} y Mg^{++} .
- Se ajusta el pH de la mezcla a 7.0 con bicarbonato de sodio al 7.5%.

8. Solución HBSS libre de Ca^{++} y Mg^{++} .

- Se pesan 8 gr de cloruro de sodio (NaCl) (J.T. Baker).
- Se pesan 0.03 gr de cloruro de potasio (KCl) (J.T. Baker).
- Se pesan 0.02 gr. de fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4) (J.T. Baker).
- Se pesan 0.073 de fosfato de sodio dibásico anhidro (Na_2HPO_4) (J.T. Baker).
- Se pesan 6.63 gr. de fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4) (J.T. Baker).
- Se pesan 2 gr. de glucosa.
- Se disuelven en 800 ml de agua destilada y se afora a 1L.

Colorantes

1. Colorante de Giemsa.

Solución stock

- Se coloca en un mortero 1 gr de colorante de Giemsa (Merck),
- Se agregan 66 ml de glicerina a 60° C
- Se maceran hasta que quede disuelto el colorante.
- Se agregan 132 ml de Metanol (Merck).
- Se deja agitando durante 4 hrs.

- Se conserva en un frasco ámbar a temperatura ambiente.

Solución de trabajo

- Se colocan 6 ml de la solución stock de Giemsa en 44 ml de Buffer de Sörensen y se ajusta el pH a 6.8.

2. Colorante de Wright.

Solución stock

- Se coloca en un mortero 0.8 gr de colorante de Wright (Merck),
- Se agregan poco a poco alícuotas de 20ml de Metanol (Merck).
- Se maceran hasta que quede disuelto el colorante.
- Se afora a un volumen final de 480 ml con Metanol (Merck).
- Y se dejan agitando durante 3 hrs.
- Se conserva en un frasco ámbar a temperatura ambiente.

Solución de trabajo

- Se colocan 12 ml de la solución stock de Wright en 36 ml de Buffer de Sörensen.

APÉNDICE 4

Valores relativos y absolutos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) de la especie *Reithrodontomys mexicanus* provenientes de el Durazno, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz y Puerto de la Soledad, Oaxaca.

<i>R. mexicanus</i>			
Pares	Brazo q	Longitud Relativa	Clasificación
1	4.02	8.09	A
2	4.02	7.18	A
3	3.57	6.78	A
4	3.37	6.34	A
5	3.15	6.14	A
6	3.05	5.44	A
7	2.7	4.70	A
8	2.33	4.40	A
9	2.18	4.06	A
10	2.02	3.16	A
11	1.57	3.83	A
12	1.9	3.36	A
13	1.67	3.09	A
14	1.53	2.99	A
15	1.48	2.75	A
16	1.37	2.55	A
17	1.3	2.62	A
18	1.27	2.55	A
19	1.18	2.38	A
20	1.07	2.15	A
21	0.97	1.95	A
22	0.8	1.61	A
23	0.8	1.61	A
24	0.75	1.51	A
X	3.55	7.15	A
Y	0.8	1.61	A
Suma	52.40	100.00	

APÉNDICE 5

Valores relativos y absolutos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) de la especie *Reithrodontomys microdon* provenientes de Zacualpan, Edo. de México y Mil cumbres, Michoacán.

<i>R. microdon</i>			
Pares	Brazo q	Longitud Relativa	Clasificación
1	5.45	6.17	A
2	5.23	5.92	A
3	5.08	5.75	A
4	4.85	5.49	A
5	4.51	5.11	A
6	4.32	4.89	A
7	4.14	4.69	A
8	3.86	4.37	A
9	3.64	4.12	A
10	3.50	3.96	A
11	3.31	3.74	A
12	3.03	3.43	A
13	2.84	3.21	A
14	2.77	3.14	A
15	2.71	3.07	A
16	2.62	2.97	A
17	2.51	2.84	A
18	2.35	2.66	A
19	2.28	2.58	A
20	2.17	2.46	A
21	1.97	2.23	A
22	1.81	2.05	A
23	1.77	2.00	A
24	1.35	1.53	A
25	1.07	1.21	A
X	5.64	6.39	A
Y	2.46	2.78	A
B	1.10	1.25	-
Suma	88.31	100	

APÉNDICE 6

Valores relativos y absolutos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) de la especie *Reithrodontomys tenuirostris* provenientes de Tzontehuitz, Chiapas.

<i>R. tenuirostris</i>			
Pares	Brazo q	Longitud Relativa	Clasificación
1	3.85	6.32	A
2	3.65	5.99	A
3	3.4	5.58	A
4	3	4.93	A
5	3	4.93	A
6	3.05	5.01	A
7	2.75	4.52	A
8	2.6	4.27	A
9	2.6	4.27	A
10	2.55	4.19	A
11	2	3.28	A
12	2.05	3.37	A
13	2	3.28	A
14	2	3.28	A
15	2	3.28	A
16	1.9	3.12	A
17	1.75	2.87	A
18	1.7	2.79	A
19	1.8	2.96	A
20	1.8	2.96	A
21	1.65	2.71	A
22	1.6	2.63	A
23	1.2	1.97	A
24	1	1.64	A
25	0.8	1.31	A
X	4	6.57	A
Y	1.2	1.97	A
Suma	60.9	100	

APÉNDICE 7

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 1 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.93	3.35	5.28	6.90	36.59	1.73	2.68	Submetacéntrico.
2	1.83	3.10	4.93	6.45	37.16	1.69	2.57	Submetacéntrico.
3	1.60	2.77	4.37	5.71	36.64	1.73	2.67	Submetacéntrico.
4	1.88	2.00	3.88	5.07	48.50	1.06	0.30	Metacéntrico
5	1.80	1.83	3.63	4.75	49.54	1.02	0.09	Metacéntrico
6	1.70	1.93	3.63	4.74	46.83	1.14	0.63	Metacéntrico
7	1.65	1.92	3.57	4.66	46.26	1.16	0.75	Metacéntrico
8	1.53	1.93	3.47	4.53	44.23	1.26	1.15	Metacéntrico
9	1.72	1.73	3.45	4.51	49.81	1.01	0.04	Metacéntrico
10	1.33	1.95	3.28	4.29	40.61	1.46	1.88	Metacéntrico
11	1.50	1.72	3.22	4.20	46.63	1.14	0.67	Metacéntrico
12	1.32	1.81	3.13	4.09	42.11	1.37	1.58	Metacéntrico
13	1.47	1.67	3.13	4.09	46.81	1.14	0.64	Metacéntrico
14	1.55	1.57	3.12	4.07	49.73	1.01	0.05	Metacéntrico
15	1.49	1.50	2.99	3.91	49.83	1.01	0.03	Metacéntrico
16	1.30	1.38	2.68	3.51	48.45	1.06	0.31	Metacéntrico
17	1.23	1.30	2.53	3.31	48.68	1.05	0.26	Metacéntrico
18	1.13	1.18	2.32	3.03	48.92	1.04	0.22	Metacéntrico
19	1.07	1.12	2.18	2.85	48.85	1.05	0.23	Metacéntrico
X	2.53	4.00	6.53	8.54	38.78	1.58	2.24	Metacéntrico
Y	1.60	3.60	5.20	6.79	30.77	2.25	3.85	Submetacéntrico.
Suma	33.18	43.36	76.53	100.00				

APÉNDICE 8

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 2 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	3.05	4.77	7.82	8.78	39.02	1.56	2.20	Metacéntrico
2	2.43	3.77	6.20	6.97	39.25	1.55	2.15	Metacéntrico
3	1.93	3.27	5.20	5.84	37.18	1.69	2.56	Submetacéntrico.
4	2.22	2.63	4.85	5.45	45.70	1.19	0.86	Metacéntrico
5	2.07	2.53	4.60	5.17	44.93	1.23	1.01	Metacéntrico
6	2.00	2.45	4.45	5.00	44.94	1.23	1.01	Metacéntrico
7	1.92	2.23	4.15	4.66	46.18	1.17	0.76	Metacéntrico
8	1.80	2.30	4.10	4.61	43.90	1.28	1.22	Metacéntrico
9	1.80	2.30	4.10	4.61	43.90	1.28	1.22	Metacéntrico
10	1.85	2.15	4.00	4.49	46.25	1.16	0.75	Metacéntrico
11	1.78	2.20	3.98	4.48	44.77	1.23	1.05	Metacéntrico
12	1.70	2.27	3.97	4.46	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
13	1.78	2.08	3.87	4.35	46.12	1.17	0.78	Metacéntrico
14	1.75	1.90	3.65	4.10	47.95	1.09	0.41	Metacéntrico
15	1.65	1.80	3.45	3.88	47.83	1.09	0.43	Metacéntrico
16	1.65	1.75	3.40	3.82	48.53	1.06	0.29	Metacéntrico
17	1.60	1.73	3.33	3.75	48.00	1.08	0.40	Metacéntrico
18	1.43	1.53	2.97	3.33	48.31	1.07	0.34	Metacéntrico
19	1.39	1.40	2.79	3.14	49.82	1.01	0.04	Metacéntrico
B	0.00	1.35	1.35	1.52	0.01	13.50	10.00	Acrocéntrico
X	2.37	4.40	6.77	7.60	34.98	1.86	3.00	Submetacéntrico.
Suma	38.17	50.82	88.99	100.00				

APÉNDICE 9

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 3 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2.43	7.40	9.83	7.99	24.68	3.05	5.06	Subtelocéntrico
2	2.60	5.45	8.05	6.54	32.30	2.10	3.54	Submetacéntrico
3	2.50	3.83	6.33	5.14	39.53	1.53	2.09	Metacéntrico
4	2.55	3.50	6.05	4.92	42.15	1.37	1.57	Metacéntrico
5	2.63	3.35	5.98	4.86	43.93	1.28	1.21	Metacéntrico
6	2.38	3.60	5.98	4.86	39.75	1.52	2.05	Metacéntrico
7	2.43	3.30	5.73	4.65	42.36	1.36	1.53	Metacéntrico
8	1.90	3.83	5.73	4.66	33.16	2.02	3.37	Submetacéntrico
9	2.38	3.18	5.55	4.51	42.79	1.34	1.44	Metacéntrico
10	2.30	2.73	5.03	4.09	45.77	1.18	0.85	Metacéntrico
11	2.08	2.78	4.85	3.94	42.78	1.34	1.44	Metacéntrico
12	1.95	2.80	4.75	3.86	41.05	1.44	1.79	Metacéntrico
13	2.15	2.58	4.73	3.84	45.50	1.20	0.90	Metacéntrico
14	2.30	2.40	4.70	3.82	48.94	1.04	0.21	Metacéntrico
15	2.00	2.60	4.60	3.74	43.48	1.30	1.30	Metacéntrico
16	1.85	2.60	4.45	3.62	41.57	1.41	1.69	Metacéntrico
17	1.68	2.45	4.13	3.35	40.61	1.46	1.88	Metacéntrico
18	1.83	2.10	3.93	3.19	46.50	1.15	0.70	Metacéntrico
19	1.79	1.80	3.59	2.92	49.86	1.01	0.03	Metacéntrico
X	4.25	7.30	11.55	9.39	36.80	1.72	2.64	Submetacéntrico
Y	2.50	5.00	7.50	6.10	33.33	2.00	3.33	Submetacéntrico
Suma	48.44	74.56	123.00	100.00				

APÉNDICE 10

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 4 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2.075	2.875	4.95	8.02	41.92	1.39	1.62	Metacéntrico
2	1.8	2	3.8	6.15	47.37	1.11	0.53	Metacéntrico
3	1.725	2	3.725	6.03	46.31	1.16	0.74	Metacéntrico
4	1.6	1.9	3.5	5.67	45.71	1.19	0.86	Metacéntrico
5	1.675	1.775	3.45	5.59	48.55	1.06	0.29	Metacéntrico
6	1.55	1.8	3.35	5.43	46.27	1.16	0.75	Metacéntrico
7	1.55	1.6625	3.2125	5.20	48.25	1.07	0.35	Metacéntrico
8	1.54	1.55	3.09	5.00	49.84	1.01	0.03	Metacéntrico
9	1.5	1.55	3.05	4.94	49.18	1.03	0.16	Metacéntrico
10	1.475	1.55	3.025	4.90	48.76	1.05	0.25	Metacéntrico
11	1.49	1.5	2.99	4.84	49.83	1.01	0.03	Metacéntrico
12	1.49	1.5	2.99	4.84	49.83	1.01	0.03	Metacéntrico
13	1.39	1.4	2.79	4.52	49.82	1.01	0.04	Metacéntrico
14	1	1.225	2.225	3.60	44.94	1.23	1.01	Metacéntrico
15	1	1.22	2.22	3.60	45.05	1.22	0.99	Metacéntrico
16	1	1.15	2.15	3.48	46.51	1.15	0.70	Metacéntrico
17	1	1.125	2.125	3.44	47.06	1.13	0.59	Metacéntrico
18	1	1.125	2.125	3.44	47.06	1.13	0.59	Metacéntrico
19	1	1.05	2.05	3.32	48.78	1.05	0.24	Metacéntrico
X	2.1	2.825	4.925	7.98	42.64	1.35	1.47	Metacéntrico
Suma	28.96	32.7825	61.7425	100				

APÉNDICE 11

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 5 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	0.6	1.6	2.2	7.45	27.27	2.67	4.55	Submetacéntrico
2	0.6	1.2	1.8	6.09	33.33	2.00	3.33	Submetacéntrico
3	0.6	1.1	1.7	5.75	35.29	1.83	2.94	Submetacéntrico
4	0.6	1	1.6	5.41	37.50	1.67	2.50	Metacéntrico
5	0.6	0.8	1.4	4.74	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
6	0.6	0.8	1.4	4.74	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
7	0.6	0.8	1.4	4.74	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
8	0.55	0.8	1.35	4.57	40.74	1.45	1.85	Metacéntrico
9	0.5	0.8	1.3	4.40	38.46	1.60	2.31	Metacéntrico
10	0.5	0.8	1.3	4.40	38.46	1.60	2.31	Metacéntrico
11	0.5	0.8	1.3	4.40	38.46	1.60	2.31	Metacéntrico
12	0.5	0.8	1.3	4.40	38.46	1.60	2.31	Metacéntrico
13	0.6	0.7	1.3	4.40	46.15	1.17	0.77	Metacéntrico
14	0.6	0.7	1.3	4.40	46.15	1.17	0.77	Metacéntrico
15	0.5	0.55	1.05	3.55	47.62	1.10	0.48	Metacéntrico
16	0.45	0.6	1.05	3.55	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
17	0.4	0.5	0.9	3.05	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
18	0.3	0.4	0.7	2.37	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
19	0.3	0.4	0.7	2.37	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
X	1.2	1.8	3	10.15	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
Y	0.1	1.4	1.5	5.08	6.67	14.00	8.67	Acrocéntrico
Suma	11.2	18.35	29.55	100				

APÉNDICE 12

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 6 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	0.8	2.4	3.2	8.87	25.00	3.00	5.00	Submetacéntrico
2	0.9	2	2.9	8.04	31.03	2.22	3.79	Submetacéntrico
3	0.675	1.725	2.4	6.65	28.13	2.56	4.38	Submetacéntrico
4	0.7	1.225	1.925	5.34	36.36	1.75	2.73	Submetacéntrico
5	0.825	0.9	1.725	4.78	47.83	1.09	0.43	Metacéntrico
6	0.7	1	1.7	4.71	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
7	0.7	1	1.7	4.71	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
8	0.625	1.05	1.675	4.64	37.31	1.68	2.54	Submetacéntrico
9	0.75	0.775	1.525	4.23	49.18	1.03	0.16	Metacéntrico
10	0.7	0.8	1.5	4.16	46.67	1.14	0.67	Metacéntrico
11	0.65	0.85	1.5	4.16	43.33	1.31	1.33	Metacéntrico
12	0.6	0.9	1.5	4.16	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
13	0.7	0.8	1.5	4.16	46.67	1.14	0.67	Metacéntrico
14	0.675	0.825	1.5	4.16	45.00	1.22	1.00	Metacéntrico
15	0.7	0.775	1.475	4.09	47.46	1.11	0.51	Metacéntrico
16	0.625	0.65	1.275	3.53	49.02	1.04	0.20	Metacéntrico
17	0.575	0.7	1.275	3.53	45.10	1.22	0.98	Metacéntrico
18	0.525	0.7	1.225	3.40	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
19	0.5	0.575	1.075	2.98	46.51	1.15	0.70	Metacéntrico
20	0.425	0.5	0.925	2.56	45.95	1.18	0.81	Metacéntrico
X	1	1.7	2.7	7.48	37.04	1.70	2.59	Submetacéntrico
Y	0.8	1	1.8	4.99	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
Suma	14.325	21.75	36.075	100				

APÉNDICE 13

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de Cuahutlamingo, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.9	4	5.9	7.91	32.20	2.11	3.56	Submetacéntrico
2	1.8	3	4.8	6.43	37.50	1.67	2.50	Metacéntrico
3	1.8	2.35	4.15	5.56	43.37	1.31	1.33	Metacéntrico
4	1.7	2	3.7	4.96	45.95	1.18	0.81	Metacéntrico
5	1.4	2.2	3.6	4.83	38.89	1.57	2.22	Metacéntrico
6	1.5	2	3.5	4.69	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
7	1.5	2	3.5	4.69	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
8	1.4	1.8	3.2	4.29	43.75	1.29	1.25	Metacéntrico
9	1.4	2	3.4	4.56	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
10	1.4	1.8	3.2	4.29	43.75	1.29	1.25	Metacéntrico
11	1.4	1.8	3.2	4.29	43.75	1.29	1.25	Metacéntrico
12	1.4	1.8	3.2	4.29	43.75	1.29	1.25	Metacéntrico
13	1.4	1.6	3	4.02	46.67	1.14	0.67	Metacéntrico
14	1.25	1.6	2.85	3.82	43.86	1.28	1.23	Metacéntrico
15	1.2	1.6	2.8	3.75	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
16	1	1.55	2.55	3.42	39.22	1.55	2.16	Metacéntrico
17	1.2	1.3	2.5	3.35	48.00	1.08	0.40	Metacéntrico
18	1.2	1.3	2.5	3.35	48.00	1.08	0.40	Metacéntrico
19	1	1.05	2.05	2.75	48.78	1.05	0.24	Metacéntrico
X	2.2	3.8	6	8.04	36.67	1.73	2.67	Submetacéntrico
Y	2	3	5	6.70	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
Suma	31.05	43.55	74.6	100				

APÉNDICE 14

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 1 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de Alhuaca, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2.18	3.95	6.13	7.25	35.51	1.82	2.90	Submetacéntrico
2	2.10	3.55	5.65	6.69	37.17	1.69	2.57	Submetacéntrico
3	2.00	2.83	4.83	5.71	41.45	1.41	1.71	Metacéntrico
4	2.18	2.40	4.58	5.41	47.54	1.10	0.49	Metacéntrico
5	2.15	2.40	4.55	5.38	47.25	1.12	0.55	Metacéntrico
6	1.90	2.48	4.38	5.18	43.43	1.30	1.31	Metacéntrico
7	1.73	2.45	4.18	4.94	41.32	1.42	1.74	Metacéntrico
8	1.95	2.23	4.18	4.95	46.65	1.14	0.67	Metacéntrico
9	1.90	2.25	4.15	4.91	45.78	1.18	0.84	Metacéntrico
10	1.88	2.08	3.95	4.67	47.47	1.11	0.51	Metacéntrico
11	1.93	2.00	3.93	4.65	49.04	1.04	0.19	Metacéntrico
12	1.80	1.85	3.65	4.32	49.32	1.03	0.14	Metacéntrico
13	1.80	1.85	3.65	4.32	49.32	1.03	0.14	Metacéntrico
14	1.75	1.90	3.65	4.32	47.95	1.09	0.41	Metacéntrico
15	1.70	1.80	3.50	4.14	48.57	1.06	0.29	Metacéntrico
16	1.68	1.73	3.40	4.02	49.26	1.03	0.15	Metacéntrico
17	1.60	1.68	3.28	3.88	48.85	1.05	0.23	Metacéntrico
18	1.49	1.50	2.99	3.54	49.83	1.01	0.03	Metacéntrico
19	1.38	1.43	2.80	3.31	49.11	1.04	0.18	Metacéntrico
X	2.40	4.70	7.10	8.40	33.80	1.96	3.24	Submetacéntrico
Suma	37.47	47.03	84.50	100.00				

APÉNDICE 15

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 2 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de Alhuaca, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	0.90	1.18	2.08	6.62	43.37	1.31	1.33	Metacéntrico
2	0.78	1.28	2.05	6.54	37.80	1.65	2.44	Metacéntrico
3	0.80	1.10	1.90	6.07	42.11	1.38	1.58	Metacéntrico
4	0.80	1.00	1.80	5.75	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
5	0.78	1.00	1.78	5.67	43.66	1.29	1.27	Metacéntrico
6	0.70	1.00	1.70	5.43	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
7	0.70	1.00	1.70	5.43	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
8	0.70	1.00	1.70	5.43	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
9	0.63	0.90	1.53	4.87	40.98	1.44	1.80	Metacéntrico
10	0.60	0.83	1.43	4.55	42.11	1.38	1.58	Metacéntrico
11	0.60	0.83	1.43	4.55	42.11	1.38	1.58	Metacéntrico
12	0.60	0.80	1.40	4.47	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
13	0.56	0.75	1.31	4.18	42.75	1.34	1.45	Metacéntrico
14	0.55	0.70	1.25	3.99	44.00	1.27	1.20	Metacéntrico
15	0.60	0.63	1.23	3.91	48.98	1.04	0.20	Metacéntrico
16	0.55	0.63	1.18	3.75	46.81	1.14	0.64	Metacéntrico
17	0.54	0.60	1.14	3.64	47.37	1.11	0.53	Metacéntrico
18	0.53	0.58	1.10	3.51	47.73	1.10	0.45	Metacéntrico
19	0.45	0.55	1.00	3.19	45.00	1.22	1.00	Metacéntrico
X	1.05	1.60	2.65	8.46	39.62	1.52	2.08	Metacéntrico
Suma	13.40	17.93	31.33	100.00				

APÉNDICE 16

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 3 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de Alhuaca, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	0.65	2.10	2.75	7.55	23.64	3.23	5.27	Subtelocéntrico
2	1.00	1.65	2.65	7.28	37.74	1.65	2.45	Metacéntrico
3	0.75	1.20	1.95	5.36	38.46	1.60	2.31	Metacéntrico
4	0.85	1.00	1.85	5.08	45.95	1.18	0.81	Metacéntrico
5	0.80	1.00	1.80	4.94	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
6	0.80	1.00	1.80	4.94	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
7	0.80	1.00	1.80	4.94	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
8	0.60	1.20	1.80	4.94	33.33	2.00	3.33	Submetacéntrico
9	0.70	1.00	1.70	4.67	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
10	0.65	0.95	1.60	4.39	40.63	1.46	1.88	Metacéntrico
11	0.55	1.00	1.55	4.26	35.48	1.82	2.90	Submetacéntrico
12	0.60	0.95	1.55	4.26	38.71	1.58	2.26	Metacéntrico
13	0.75	0.76	1.51	4.15	49.67	1.01	0.07	Metacéntrico
14	0.60	0.90	1.50	4.12	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
15	0.60	0.80	1.40	3.85	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
16	0.60	0.75	1.35	3.71	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
17	0.60	0.75	1.35	3.71	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
18	0.50	0.60	1.10	3.02	45.45	1.20	0.91	Metacéntrico
19	0.50	0.60	1.10	3.02	45.45	1.20	0.91	Metacéntrico
X	1.00	1.40	2.40	6.59	41.67	1.40	1.67	Metacéntrico
Y	0.80	1.10	1.90	5.22	42.11	1.38	1.58	Metacéntrico
Suma	14.70	21.71	36.41	100.00				

APÉNDICE 17

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 4 de la subespecie *Reithrodontomys megalotis saturatus* proveniente de Alhuaca, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.57	2.57	4.13	8.89	37.90	1.64	2.42	Metacéntrico
2	1.27	1.87	3.13	6.74	40.43	1.47	1.91	Metacéntrico
3	1.33	1.70	3.03	6.53	43.96	1.28	1.21	Metacéntrico
4	1.15	1.53	2.68	5.77	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
5	1.12	1.42	2.53	5.45	44.08	1.27	1.18	Metacéntrico
6	1.15	1.22	2.37	5.09	48.59	1.06	0.28	Metacéntrico
7	1.10	1.23	2.33	5.02	47.14	1.12	0.57	Metacéntrico
8	1.02	1.13	2.15	4.63	47.29	1.11	0.54	Metacéntrico
9	0.98	1.12	2.10	4.52	46.83	1.14	0.63	Metacéntrico
10	0.98	1.12	2.10	4.52	46.83	1.14	0.63	Metacéntrico
11	1.02	1.07	2.08	4.48	48.80	1.05	0.24	Metacéntrico
12	0.93	1.10	2.03	4.38	45.90	1.18	0.82	Metacéntrico
13	0.97	1.03	2.00	4.30	48.33	1.07	0.33	Metacéntrico
14	0.87	0.97	1.83	3.95	47.27	1.12	0.55	Metacéntrico
15	0.82	0.97	1.78	3.84	45.79	1.18	0.84	Metacéntrico
16	0.88	0.90	1.78	3.84	49.53	1.02	0.09	Metacéntrico
17	0.75	0.83	1.58	3.41	47.37	1.11	0.53	Metacéntrico
18	0.73	0.75	1.48	3.19	49.44	1.02	0.11	Metacéntrico
19	0.72	0.73	1.45	3.13	49.54	1.02	0.09	Metacéntrico
X	1.17	2.70	3.87	8.32	30.17	2.31	3.97	Submetacéntricos
Suma	20.52	25.95	46.47	100.00				

APÉNDICE 18

Matriz de caracteres cromosómicos de los citotipos de *R. megalotis* para el análisis estadístico de componentes principales.

No.	Especies	Subespecies	2n	NF	M	SM	ST	B	X	Y	Localidades
1	<i>R. megalotis</i>	<i>dychei</i>	42	80	18	16	6	0	2	3	Kansas; EUA
2	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42	80	18	16	6	1	2	3	California; EUA
3	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42	80	18	16	6	2	2	3	California; EUA
4	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42	80	18	16	6	3	2	3	California; EUA
5	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42	80	18	16	6	4	2	3	California; EUA
6	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42	80	18	16	6	5	2	3	Arizona, California, Nebraska, y Utah; EUA
7	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42	80	18	16	6	6	2	3	Arizona, California, Nebraska, y Utah; EUA
8	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42	80	18	16	6	7	2	3	Arizona, California, Nebraska, y Utah; EUA
9	<i>R. megalotis</i>	<i>longicaudus</i>	42	80	22	14	4	4	2	3	Arkansas, Kansas y Nuevo México; EUA
10	<i>R. megalotis</i>	<i>amoles</i>	48	92	26	14	6	0	1	3	Pinal de Amoles, Querétaro, Mex.
11	<i>R. megalotis</i>	<i>megalotis</i>	48	92	26	14	6	0	1	3	Santa Rosa, Guanajuato, México
12	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	28	6	4	0	2	3	Amealco, Querétaro, México
13	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	32	6	0	0	1	2	El Rancho, Puebla, México
14	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	36	2	0	1	2	2	El Rancho, Puebla, México
15	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	32	4	2	0	2	2	El Rancho, Puebla, México
16	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	32	6	0	0	1	0	El Rancho, Puebla, México
17	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	28	10	0	0	2	1	El Rancho, Puebla, México
18	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	36	2	0	0	2	1	Cuahutlamingo, Puebla
19	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	34	4	0	0	2	2	Alhuaca, Puebla
20	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	38	0	0	0	1	2	Alhuaca, Puebla
21	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	38	0	0	0	2	2	Alhuaca, Puebla
22	<i>R. megalotis</i>	<i>saturatus</i>	40	76	32	4	2	0	1	2	Alhuaca, Puebla

APÉNDICE 19

Matriz de correlación de los caracteres cromosómicos de los citotipos de *R. megalotis* para el análisis estadístico de componentes principales.

Variables	2n	NF	M	SM	ST	B	X	Y
2n	1.0000	1.0000	-0.4181	0.5869	0.6555	0.1187	-0.3050	0.5275
NF	1.0000	1.0000	-0.4181	0.5869	0.6555	0.1187	-0.3050	0.5275
M	-0.4181	-0.4181	1.0000	-0.9713	-0.9074	-0.6832	-0.3654	-0.6939
SM	0.5869	0.5869	-0.9713	1.0000	0.9042	0.6237	0.2403	0.6675
ST	0.6555	0.6555	-0.9074	0.9042	1.0000	0.5717	0.2104	0.8396
B	0.1187	0.1187	-0.6832	0.6237	0.5717	1.0000	0.4155	0.4965
X	-0.3050	-0.3050	-0.3654	0.2403	0.2104	0.4155	1.0000	0.2688
Y	0.5275	0.5275	-0.6939	0.6675	0.8396	0.4965	0.2688	1.0000

APÉNDICE 20

Eigenvalores que se obtuvieron en el análisis de componentes principales de los citotipos de *R. megalotis*.

No	Eigenvalor	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	4.831409	60.39	60.39
2	1.938672	24.23	84.63
3	0.514296	6.43	91.05
4	0.362226	4.53	95.58
5	0.305142	3.81	99.40
6	0.048256	0.60	100.00

APÉNDICE 21

Eigenvectores que se obtuvieron en el análisis de componentes principales de los citotipos de *R. megalotis*.

	Componente				
	1	2	3	4	5
2n	.714	.663	.080	-.011	.208
NF	.714	.663	.080	-.011	.208
M	-.910	.289	.134	.214	.153
SM	.942	-.100	-.156	-.257	-.048
ST	.972	-.019	.048	-.021	-.140
B	.637	-.525	-.408	.312	.234
X	.213	-.827	.424	-.140	.266
Y	.836	-.072	.332	.364	-.218

APÉNDICE 22

Valores de la longitud relativa de los cromosomas de las especies *R. mexicanus* y *R. megalotis* tomados en cuenta para el análisis de bandas G.

Longitud relativa						
Cromosomas	<i>R. mexicanus</i>	<i>R. megalotis</i>				Promedio
		Cit. 1	Cit. 2	Cit. 3	Cit. 5	
1	8.09	6.90	8.78	7.99	7.45	7.78
2	7.18	6.45	6.97	6.54	6.09	6.51
3	6.78	5.71	5.84	5.14	5.75	5.61
4	6.34	5.07	5.45	4.92	5.41	5.21
5	6.14	4.75	5.17	4.86	4.74	4.88
6	5.44	4.74	5.00	4.86	4.74	4.83
7	4.70	4.66	4.66	4.65	4.74	4.68
8	4.40	4.53	4.61	4.66	4.57	4.59
9	4.06	4.51	4.61	4.51	4.40	4.51
10	3.16	4.29	4.49	4.09	4.40	4.32
11	3.83	4.20	4.48	3.94	4.40	4.26
12	3.36	4.09	4.46	3.86	4.40	4.20
13	3.09	4.09	4.35	3.84	4.40	4.17
14	2.99	4.07	4.10	3.82	4.40	4.10
15	2.75	3.91	3.88	3.74	3.55	3.77
16	2.55	3.51	3.82	3.62	3.55	3.62
17	2.62	3.31	3.75	3.35	3.05	3.36
18	2.55	3.03	3.33	3.19	2.37	2.98
19	2.38	2.85	3.14	2.92	2.37	2.82
20	2.15					
21	1.95					
22	1.61					
23	1.61					
24	1.51					
X	7.15	8.54	1.52	9.39	10.15	7.40
Y	1.61	6.79	7.60	6.10	5.08	6.39
	100	100	100	100	100	100

APÉNDICE 23

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 1 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Río Chiflón, Hidalgo.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	0.8	2	2.8	8.87	28.57	2.50	4.29	Submetacéntrico.
2	0.7	2	2.7	8.56	25.93	2.86	4.81	Submetacéntrico.
3	0.7	1.4	2.1	6.66	33.33	2.00	3.33	Submetacéntrico.
4	0.8	1	1.8	5.70	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
5	0.65	1	1.65	5.23	39.39	1.54	2.12	Metacéntrico
6	0.75	0.8	1.55	4.91	48.39	1.07	0.32	Metacéntrico
7	0.75	0.8	1.55	4.91	48.39	1.07	0.32	Metacéntrico
8	0.75	0.8	1.55	4.91	48.39	1.07	0.32	Metacéntrico
9	0.7	0.8	1.5	4.75	46.67	1.14	0.67	Metacéntrico
10	0.65	0.8	1.45	4.60	44.83	1.23	1.03	Metacéntrico
11	0.6	0.601	1.201	3.81	49.96	1.00	0.01	Metacéntrico
12	0.6	0.601	1.201	3.81	49.96	1.00	0.01	Metacéntrico
13	0.6	0.601	1.201	3.81	49.96	1.00	0.01	Metacéntrico
14	0.4	0.6	1	3.17	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
15	0.5	0.501	1.001	3.17	49.95	1.00	0.01	Metacéntrico
16	0.4	0.55	0.95	3.01	42.11	1.38	1.58	Metacéntrico
17	0.4	0.5	0.9	2.85	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
18	0.35	0.55	0.9	2.85	38.89	1.57	2.22	Metacéntrico
19	0.4	0.401	0.801	2.54	49.94	1.00	0.01	Metacéntrico
20	0.3	0.35	0.65	2.06	46.15	1.17	0.77	Metacéntrico
X	1	2.1	3.1	9.82	32.26	2.10	3.55	Submetacéntrico.
Suma	12.8	18.755	31.555	100.00				

APÉNDICE 24

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 2 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Río Chiflón, Hidalgo.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.98	4.30	6.28	9.07	31.47	2.18	3.71	Submetacéntrico
2	2.45	3.23	5.68	8.20	43.17	1.32	1.37	Metacéntrico
3	1.20	3.03	4.23	6.11	28.40	2.52	4.32	Submetacéntrico
4	1.60	2.05	3.65	5.28	43.84	1.28	1.23	Metacéntrico
5	1.68	1.90	3.58	5.17	46.85	1.13	0.63	Metacéntrico
6	1.65	1.75	3.40	4.92	48.53	1.06	0.29	Metacéntrico
7	1.55	1.68	3.23	4.66	48.06	1.08	0.39	Metacéntrico
8	1.50	1.55	3.05	4.41	49.18	1.03	0.16	Metacéntrico
9	1.45	1.80	3.25	4.70	44.62	1.24	1.08	Metacéntrico
10	1.50	1.53	3.03	4.37	49.59	1.02	0.08	Metacéntrico
11	1.38	1.45	2.83	4.08	48.67	1.05	0.27	Metacéntrico
12	1.30	1.40	2.70	3.90	48.15	1.08	0.37	Metacéntrico
13	1.30	1.40	2.70	3.90	48.15	1.08	0.37	Metacéntrico
14	1.30	1.38	2.68	3.87	48.60	1.06	0.28	Metacéntrico
15	1.30	1.33	2.63	3.79	49.52	1.02	0.10	Metacéntrico
16	1.23	1.35	2.58	3.72	47.57	1.10	0.49	Metacéntrico
17	1.17	1.18	2.35	3.39	49.89	1.00	0.02	Metacéntrico
18	1.13	1.15	2.28	3.29	49.45	1.02	0.11	Metacéntrico
19	1.00	1.03	2.03	2.93	49.38	1.03	0.12	Metacéntrico
20	0.80	0.98	1.78	2.57	45.07	1.22	0.99	Metacéntrico
X	1.53	3.78	5.30	7.66	28.77	2.48	4.25	Submetacéntrico
Suma	29.97	39.20	69.17	100.00				

APÉNDICE 25

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 1 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de, Los Tules Hidalgo.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.53	4.68	6.21	8.24	24.64	3.06	5.07	Subtelocéntrico
2	1.40	4.13	5.53	7.34	25.32	2.95	4.94	Submetacéntrico
3	1.51	3.46	4.97	6.60	30.38	2.29	3.92	Submetacéntrico
4	1.59	1.96	3.55	4.71	44.79	1.23	1.04	Metacéntrico
5	1.29	2.08	3.37	4.47	38.28	1.61	2.34	Metacéntrico
6	1.63	1.73	3.36	4.46	48.51	1.06	0.30	Metacéntrico
7	1.38	1.69	3.07	4.07	44.95	1.22	1.01	Metacéntrico
8	1.35	1.69	3.04	4.04	44.41	1.25	1.12	Metacéntrico
9	1.26	1.66	2.92	3.88	43.15	1.32	1.37	Metacéntrico
10	1.39	1.53	2.92	3.88	47.60	1.10	0.48	Metacéntrico
11	1.26	1.60	2.86	3.80	44.06	1.27	1.19	Metacéntrico
12	1.26	1.59	2.85	3.78	44.21	1.26	1.16	Metacéntrico
13	1.30	1.44	2.74	3.64	47.45	1.11	0.51	Metacéntrico
14	1.21	1.30	2.51	3.33	48.21	1.07	0.36	Metacéntrico
15	1.11	1.24	2.35	3.12	47.23	1.12	0.55	Metacéntrico
16	1.14	1.16	2.3	3.05	49.57	1.02	0.09	Metacéntrico
17	1.00	1.14	2.14	2.84	46.73	1.14	0.65	Metacéntrico
18	0.93	1.00	1.93	2.56	48.19	1.08	0.36	Metacéntrico
19	0.88	0.95	1.83	2.43	48.09	1.08	0.38	Metacéntrico
20	0.74	0.80	1.54	2.04	48.05	1.08	0.39	Metacéntrico
X	1.75	5.10	6.85	9.09	25.55	2.91	4.89	Submetacéntrico
y	2.30	4.20	6.5	8.63	35.38	1.83	2.92	Submetacéntrico
Suma			75.34	100.00				

APÉNDICE 26

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 2 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de, Los Tules Hidalgo.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.68	3.9	5.58	7.74	30.11	2.32	3.98	Submetacéntrico
2	1.3	3.85	5.15	7.14	25.24	2.96	4.95	Submetacéntrico
3	1.3	2.85	4.15	5.76	31.33	2.19	3.73	Submetacéntrico
4	1.5	2	3.5	4.86	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
5	1.55	1.8	3.35	4.65	46.27	1.16	0.75	Metacéntrico
6	1.53	1.73	3.26	4.52	46.93	1.13	0.61	Metacéntrico
7	1.53	1.6	3.13	4.34	48.88	1.05	0.22	Metacéntrico
8	1.45	1.68	3.13	4.34	46.33	1.16	0.73	Metacéntrico
9	1.45	1.6	3.05	4.23	47.54	1.10	0.49	Metacéntrico
10	1.4	1.53	2.93	4.06	47.78	1.09	0.44	Metacéntrico
11	1.38	1.5	2.88	4.00	47.92	1.09	0.42	Metacéntrico
12	1.2	1.43	2.63	3.65	45.63	1.19	0.87	Metacéntrico
13	1.2	1.43	2.63	3.65	45.63	1.19	0.87	Metacéntrico
14	1.2	1.4	2.6	3.61	46.15	1.17	0.77	Metacéntrico
15	1.1	1.3	2.4	3.33	45.83	1.18	0.83	Metacéntrico
16	1.2	1.21	2.41	3.34	49.79	1.01	0.04	Metacéntrico
17	1	1.2	2.2	3.05	45.45	1.20	0.91	Metacéntrico
18	1	1.19	2.19	3.04	45.66	1.19	0.87	Metacéntrico
19	1	1.01	2.01	2.79	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
20	0.9	0.91	1.81	2.51	49.72	1.01	0.06	Metacéntrico
X	1.8	4.4	6.2	8.60	29.03	2.44	4.19	Submetacéntrico
Y	1.9	3	4.9	6.80	38.78	1.58	2.24	Metacéntrico
Suma			72.1	100.00				

APÉNDICE 27

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 1 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2.65	5.35	8.00	8.18	33.13	2.02	3.38	Submetacéntrico
2	2.05	5.40	7.45	7.62	27.52	2.63	4.50	Submetacéntrico
3	1.70	3.90	5.60	5.73	30.36	2.29	3.93	Submetacéntrico
4	1.95	2.95	4.90	5.01	39.80	1.51	2.04	Metacéntrico
5	2.13	2.50	4.63	4.74	46.00	1.17	0.80	Metacéntrico
6	2.05	2.20	4.25	4.35	48.24	1.07	0.35	Metacéntrico
7	1.80	2.30	4.10	4.19	43.90	1.28	1.22	Metacéntrico
8	2.00	2.10	4.10	4.19	48.78	1.05	0.24	Metacéntrico
9	1.90	2.00	3.90	3.99	48.72	1.05	0.26	Metacéntrico
10	1.88	2.00	3.88	3.97	48.45	1.06	0.31	Metacéntrico
11	1.80	1.90	3.70	3.79	48.65	1.06	0.27	Metacéntrico
12	1.80	1.90	3.70	3.79	48.65	1.06	0.27	Metacéntrico
13	1.70	1.90	3.60	3.68	47.22	1.12	0.56	Metacéntrico
14	1.75	1.80	3.55	3.63	49.30	1.03	0.14	Metacéntrico
15	1.73	1.80	3.53	3.61	49.01	1.04	0.20	Metacéntrico
16	1.33	1.90	3.23	3.30	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
17	1.50	1.60	3.10	3.17	48.39	1.07	0.32	Metacéntrico
18	1.25	1.35	2.60	2.66	48.08	1.08	0.38	Metacéntrico
19	1.20	1.21	2.41	2.47	49.79	1.01	0.04	Metacéntrico
20	1.00	1.01	2.01	2.06	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
X	2.00	7.50	9.50	9.72	21.05	3.75	5.79	Subtelocéntrico
Y	1.70	4.30	6.00	6.14	28.33	2.53	4.33	Submetacéntrico
Suma			97.74	100.00				

APÉNDICE 28

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 2 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2.50	5.25	7.75	8.81	32.26	2.10	3.55	Submetacéntrico
2	1.65	5.65	7.30	8.30	22.60	3.42	5.48	Subtelocéntrico
3	1.65	3.95	5.60	6.37	29.46	2.39	4.11	Submetacéntrico
4	1.95	2.50	4.45	5.06	43.82	1.28	1.24	Metacéntrico
5	1.95	2.25	4.20	4.78	46.43	1.15	0.71	Metacéntrico
6	1.87	2.22	4.09	4.65	45.72	1.19	0.86	Metacéntrico
7	1.75	2.30	4.05	4.60	43.21	1.31	1.36	Metacéntrico
8	1.82	2.20	4.02	4.57	45.27	1.21	0.95	Metacéntrico
9	1.85	1.97	3.82	4.34	48.43	1.06	0.31	Metacéntrico
10	1.77	2.00	3.77	4.29	46.95	1.13	0.61	Metacéntrico
11	1.70	1.90	3.60	4.09	47.22	1.12	0.56	Metacéntrico
12	1.70	1.71	3.41	3.88	49.85	1.01	0.03	Metacéntrico
13	1.70	1.71	3.41	3.88	49.85	1.01	0.03	Metacéntrico
14	1.60	1.70	3.30	3.75	48.48	1.06	0.30	Metacéntrico
15	1.60	1.61	3.21	3.65	49.84	1.01	0.03	Metacéntrico
16	1.50	1.51	3.01	3.42	49.83	1.01	0.03	Metacéntrico
17	1.40	1.55	2.95	3.35	47.46	1.11	0.51	Metacéntrico
18	1.32	1.33	2.65	3.01	49.91	1.00	0.02	Metacéntrico
19	1.20	1.21	2.41	2.74	49.79	1.01	0.04	Metacéntrico
20	1.00	1.01	2.01	2.29	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
X	1.90	7.05	8.95	10.18	21.23	3.71	5.75	Subtelocéntrico
Suma			87.96	100.00				

APÉNDICE 29

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 3 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	0.80	2.40	3.20	8.16	25.00	3.00	5.00	Submetacéntrico
2	0.80	2.10	2.90	7.40	27.59	2.63	4.48	Submetacéntrico
3	0.75	1.80	2.55	6.51	29.41	2.40	4.12	Submetacéntrico
4	0.80	1.00	1.80	4.59	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
5	0.75	1.00	1.75	4.47	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
6	0.75	1.00	1.75	4.47	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
7	0.65	1.05	1.70	4.34	38.24	1.62	2.35	Metacéntrico
8	0.60	1.00	1.60	4.08	37.50	1.67	2.50	Metacéntrico
9	0.60	1.00	1.60	4.08	37.50	1.67	2.50	Metacéntrico
10	0.60	1.00	1.60	4.08	37.50	1.67	2.50	Metacéntrico
11	0.80	0.80	1.60	4.08	49.97	1.00	0.01	Metacéntrico
12	0.80	0.80	1.60	4.08	49.97	1.00	0.01	Metacéntrico
13	0.65	0.80	1.45	3.70	44.83	1.23	1.03	Metacéntrico
14	0.60	0.80	1.40	3.57	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
15	0.50	0.80	1.30	3.32	38.46	1.60	2.31	Metacéntrico
16	0.65	0.65	1.30	3.32	49.96	1.00	0.01	Metacéntrico
17	0.60	0.61	1.21	3.09	49.59	1.02	0.08	Metacéntrico
18	0.60	0.61	1.21	3.09	49.59	1.02	0.08	Metacéntrico
19	0.45	0.60	1.05	2.68	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
20	0.40	0.41	0.81	2.07	49.38	1.03	0.12	Metacéntrico
X	1.60	1.61	3.21	8.19	49.84	1.01	0.03	Metacéntrico
Y	0.80	1.80	2.60	6.63	30.77	2.25	3.85	Submetacéntrico
Suma			39.19	100.00				

APÉNDICE 30

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 4 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de El Rancho, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2.05	9.00	11.05	9.19	18.55	4.39	6.29	Subtelocéntrico
2	2.25	7.42	9.67	8.04	23.28	3.30	5.34	Subtelocéntrico
3	1.93	5.73	7.67	6.38	25.22	2.97	4.96	Submetacéntrico
4	2.67	3.58	6.25	5.20	42.67	1.34	1.47	Metacéntrico
5	2.13	3.92	6.05	5.03	35.26	1.84	2.95	Submetacéntrico
6	2.40	2.97	5.37	4.47	44.69	1.24	1.06	Metacéntrico
7	2.00	3.33	5.33	4.43	37.52	1.67	2.50	Metacéntrico
8	1.75	3.37	5.12	4.25	34.20	1.92	3.16	Submetacéntrico
9	2.03	2.83	4.87	4.05	41.78	1.39	1.64	Metacéntrico
10	2.12	2.43	4.55	3.78	46.52	1.15	0.70	Metacéntrico
11	2.08	2.37	4.45	3.70	46.82	1.14	0.64	Metacéntrico
12	2.05	2.18	4.23	3.52	48.43	1.07	0.31	Metacéntrico
13	1.88	2.34	4.22	3.51	44.59	1.24	1.08	Metacéntrico
14	1.98	2.07	4.05	3.37	48.97	1.04	0.21	Metacéntrico
15	1.75	2.10	3.85	3.20	45.45	1.20	0.91	Metacéntrico
16	1.77	2.13	3.90	3.24	45.30	1.21	0.94	Metacéntrico
17	1.60	1.93	3.53	2.94	45.28	1.21	0.94	Metacéntrico
18	1.67	1.73	3.40	2.83	49.02	1.04	0.20	Metacéntrico
19	1.52	1.65	3.17	2.63	47.89	1.09	0.42	Metacéntrico
20	1.37	1.50	2.87	2.38	47.67	1.10	0.47	Metacéntrico
X	4.47	4.73	9.20	7.65	48.55	1.06	0.29	Metacéntrico
Y	1.80	5.67	7.47	6.21	24.11	3.15	5.18	Subtelocéntrico
Suma	45.27	74.99	120.26	100.00				

APÉNDICE 31

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2.00	5.95	7.95	8.06	25.16	2.98	4.97	Submetacéntrico
2	1.55	4.80	6.35	6.44	24.41	3.10	5.12	Subtelocéntrico
3	1.88	3.80	5.68	5.76	33.10	2.02	3.38	Submetacéntrico
4	2.08	2.80	4.88	4.95	42.62	1.35	1.48	Metacéntrico
5	2.10	2.70	4.80	4.87	43.75	1.29	1.25	Metacéntrico
6	2.03	2.40	4.43	4.49	45.82	1.18	0.84	Metacéntrico
7	2.03	2.40	4.43	4.49	45.82	1.18	0.84	Metacéntrico
8	2.03	2.40	4.43	4.49	45.82	1.18	0.84	Metacéntrico
9	2.00	2.40	4.40	4.46	45.45	1.20	0.91	Metacéntrico
10	1.90	2.40	4.30	4.36	44.19	1.26	1.16	Metacéntrico
11	1.88	2.40	4.28	4.34	43.93	1.28	1.21	Metacéntrico
12	1.98	2.15	4.13	4.19	47.94	1.09	0.41	Metacéntrico
13	1.85	2.00	3.85	3.90	48.05	1.08	0.39	Metacéntrico
14	1.60	2.00	3.60	3.65	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
15	1.68	1.75	3.43	3.48	48.98	1.04	0.20	Metacéntrico
16	1.50	1.70	3.20	3.24	46.88	1.13	0.63	Metacéntrico
17	1.45	1.70	3.15	3.19	46.03	1.17	0.79	Metacéntrico
18	1.33	1.50	2.83	2.87	47.00	1.13	0.60	Metacéntrico
19	1.20	1.30	2.50	2.53	48.00	1.08	0.40	Metacéntrico
20	0.83	0.98	1.81	1.84	45.86	1.18	0.83	Metacéntrico
X	1.80	6.40	8.20	8.31	21.95	3.56	5.61	Subtelocéntrico
Y	1.80	4.20	6.00	6.08	30.00	2.33	4.00	Submetacéntrico
Suma			98.63	100.00				

APÉNDICE 32

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Cuahutlamingo, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2.10	3.45	5.55	7.70	37.84	1.64	2.43	Metacéntrico
2	1.40	3.60	5.00	6.94	28.00	2.57	4.40	Submetacéntrico
3	1.60	3.00	4.60	6.38	34.78	1.88	3.04	Submetacéntrico
4	1.60	2.00	3.60	5.00	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
5	1.60	1.90	3.50	4.86	45.71	1.19	0.86	Metacéntrico
6	1.50	2.00	3.50	4.86	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
7	1.60	1.70	3.30	4.58	48.48	1.06	0.30	Metacéntrico
8	1.50	1.60	3.10	4.30	48.39	1.07	0.32	Metacéntrico
9	1.40	1.60	3.00	4.16	46.67	1.14	0.67	Metacéntrico
10	1.40	1.60	3.00	4.16	46.67	1.14	0.67	Metacéntrico
11	1.20	1.60	2.80	3.89	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
12	1.30	1.40	2.70	3.75	48.15	1.08	0.37	Metacéntrico
13	1.25	1.40	2.65	3.68	47.17	1.12	0.57	Metacéntrico
14	1.15	1.20	2.35	3.26	48.94	1.04	0.21	Metacéntrico
15	1.15	1.20	2.35	3.26	48.94	1.04	0.21	Metacéntrico
16	1.15	1.20	2.35	3.26	48.94	1.04	0.21	Metacéntrico
17	1.00	1.05	2.05	2.85	48.78	1.05	0.24	Metacéntrico
18	0.99	1.00	1.99	2.76	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
19	0.01	1.95	1.96	2.72	0.51	195.00	9.90	Acrocéntrico
20	0.90	1.00	1.90	2.64	47.37	1.11	0.53	Metacéntrico
X	1.80	4.60	6.40	8.88	28.13	2.56	4.38	Submetacéntrico
Y	1.60	2.80	4.40	6.11	36.36	1.75	2.73	Submetacéntrico
Suma			72.05	100.00				

APÉNDICE 33

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Alhuaca, Puebla.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2.40	6.00	8.40	8.61	28.57	2.50	4.29	Submetacéntrico
2	2.15	6.20	8.35	8.56	25.75	2.88	4.85	Submetacéntrico
3	1.95	3.75	5.70	5.84	34.21	1.92	3.16	Submetacéntrico
4	2.15	3.15	5.30	5.43	40.57	1.47	1.89	Metacéntrico
5	2.10	2.60	4.70	4.82	44.68	1.24	1.06	Metacéntrico
6	1.90	2.60	4.50	4.61	42.22	1.37	1.56	Metacéntrico
7	2.00	2.35	4.35	4.46	45.98	1.18	0.80	Metacéntrico
8	1.80	2.20	4.00	4.10	45.00	1.22	1.00	Metacéntrico
9	1.80	2.15	3.95	4.05	45.57	1.19	0.89	Metacéntrico
10	1.80	1.90	3.70	3.79	48.65	1.06	0.27	Metacéntrico
11	1.60	2.00	3.60	3.69	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
12	1.70	1.90	3.60	3.69	47.22	1.12	0.56	Metacéntrico
13	1.60	1.90	3.50	3.59	45.71	1.19	0.86	Metacéntrico
14	1.60	1.90	3.50	3.59	45.71	1.19	0.86	Metacéntrico
15	1.60	1.90	3.50	3.59	45.71	1.19	0.86	Metacéntrico
16	1.50	1.80	3.30	3.38	45.45	1.20	0.91	Metacéntrico
17	1.10	1.70	2.80	2.87	39.29	1.55	2.14	Metacéntrico
18	1.30	1.40	2.70	2.77	48.15	1.08	0.37	Metacéntrico
19	1.10	1.20	2.30	2.36	47.83	1.09	0.43	Metacéntrico
20	0.95	1.00	1.95	2.00	48.72	1.05	0.26	Metacéntrico
X	2.20	5.90	8.10	8.30	27.16	2.68	4.57	Submetacéntrico
Y	2.00	3.80	5.80	5.94	34.48	1.90	3.10	Submetacéntrico
Suma			97.60	100.00				

APÉNDICE 34

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 1 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Zacualpan, Estado de México.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.80	5.50	7.30	8.73	24.66	3.06	5.07	Subtelocéntrico
2	1.97	4.00	5.97	7.14	33.00	2.03	3.40	Submetacéntrico
3	2.25	3.03	5.28	6.31	42.61	1.35	1.48	Metacéntrico
4	2.10	2.45	4.55	5.44	46.15	1.17	0.77	Metacéntrico
5	2.03	2.25	4.28	5.12	47.43	1.11	0.51	Metacéntrico
6	1.75	2.37	4.12	4.92	42.48	1.35	1.50	Metacéntrico
7	1.88	2.10	3.98	4.76	47.24	1.12	0.55	Metacéntrico
8	1.70	2.20	3.90	4.66	43.59	1.29	1.28	Metacéntrico
9	1.78	2.05	3.83	4.58	46.48	1.15	0.70	Metacéntrico
10	1.77	2.03	3.80	4.54	46.58	1.15	0.68	Metacéntrico
11	1.57	1.83	3.40	4.06	46.18	1.17	0.76	Metacéntrico
12	1.52	1.88	3.40	4.06	44.71	1.24	1.06	Metacéntrico
13	1.62	1.73	3.35	4.00	48.36	1.07	0.33	Metacéntrico
14	1.60	1.73	3.33	3.98	48.05	1.08	0.39	Metacéntrico
15	1.60	1.70	3.30	3.94	48.48	1.06	0.30	Metacéntrico
16	1.32	1.45	2.77	3.31	47.65	1.10	0.47	Metacéntrico
17	1.28	1.42	2.70	3.23	47.41	1.11	0.52	Metacéntrico
18	1.22	1.35	2.57	3.07	47.47	1.11	0.51	Metacéntrico
19	1.17	1.17	2.34	2.80	49.98	1.00	0.00	Metacéntrico
20	1.00	1.01	2.01	2.40	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
X	2.18	5.30	7.48	8.94	29.14	2.43	4.17	Submetacéntrico
Suma			83.66	100.00				

APÉNDICE 35

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 2 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Zacualpan, Estado de México.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	0.83	2.03	2.86	8.60	29.02	2.45	4.20	Submetacéntrico
2	0.75	1.88	2.63	7.91	28.52	2.51	4.30	Submetacéntrico
3	1.03	1.60	2.63	7.91	39.16	1.55	2.17	Metacéntrico
4	0.70	1.00	1.70	5.11	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
5	0.80	0.80	1.60	4.82	49.97	1.00	0.01	Metacéntrico
6	0.70	0.83	1.53	4.60	45.75	1.19	0.85	Metacéntrico
7	0.70	0.83	1.53	4.60	45.75	1.19	0.85	Metacéntrico
8	0.60	0.78	1.38	4.15	43.48	1.30	1.30	Metacéntrico
9	0.60	0.70	1.30	3.91	46.15	1.17	0.77	Metacéntrico
10	0.60	0.70	1.30	3.91	46.15	1.17	0.77	Metacéntrico
11	0.60	0.70	1.30	3.91	46.15	1.17	0.77	Metacéntrico
12	0.60	0.70	1.30	3.91	46.15	1.17	0.77	Metacéntrico
13	0.60	0.60	1.20	3.61	49.96	1.00	0.01	Metacéntrico
14	0.50	0.70	1.20	3.61	41.67	1.40	1.67	Metacéntrico
15	0.53	0.65	1.18	3.55	44.92	1.23	1.02	Metacéntrico
16	0.50	0.55	1.05	3.16	47.62	1.10	0.48	Metacéntrico
17	0.50	0.50	1.00	3.01	49.95	1.00	0.01	Metacéntrico
18	0.50	0.50	1.00	3.01	49.95	1.00	0.01	Metacéntrico
19	0.40	0.45	0.85	2.56	47.06	1.13	0.59	Metacéntrico
20	0.40	0.45	0.85	2.56	47.06	1.13	0.59	Metacéntrico
X	0.95	1.30	2.25	6.77	42.22	1.37	1.56	Metacéntrico
Y	0.80	0.80	1.60	4.82	49.97	1.00	0.01	Metacéntrico
Suma			33.25	100.00				

APÉNDICE 36

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 3 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Zacualpan, Estado de México.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.79	6.38	8.17	8.60	21.91	3.56	5.62	Subtelocéntrico
2	3.05	4.14	7.19	7.57	42.42	1.36	1.52	Metacéntrico
3	1.98	3.90	5.88	6.19	33.67	1.97	3.27	Submetacéntrico
4	2.13	2.78	4.91	5.17	43.38	1.31	1.32	Metacéntrico
5	1.97	2.56	4.53	4.77	43.49	1.30	1.30	Metacéntrico
6	1.66	2.50	4.16	4.38	39.90	1.51	2.02	Metacéntrico
7	1.71	2.23	3.94	4.15	43.40	1.30	1.32	Metacéntrico
8	1.66	2.07	3.73	3.92	44.50	1.25	1.10	Metacéntrico
9	1.61	2.00	3.61	3.80	44.60	1.24	1.08	Metacéntrico
10	1.60	2.00	3.60	3.79	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
11	1.55	1.98	3.53	3.71	43.91	1.28	1.22	Metacéntrico
12	1.56	1.88	3.44	3.62	45.35	1.21	0.93	Metacéntrico
13	1.51	1.83	3.34	3.51	45.21	1.21	0.96	Metacéntrico
14	1.50	1.72	3.22	3.39	46.58	1.15	0.68	Metacéntrico
15	1.41	1.80	3.21	3.38	43.93	1.28	1.21	Metacéntrico
16	1.45	1.65	3.10	3.26	46.77	1.14	0.65	Metacéntrico
17	1.38	1.46	2.84	2.99	48.59	1.06	0.28	Metacéntrico
18	1.34	1.48	2.82	2.97	47.52	1.10	0.50	Metacéntrico
19	1.18	1.26	2.44	2.57	48.36	1.07	0.33	Metacéntrico
20	1.00	1.12	2.12	2.23	47.17	1.12	0.57	Metacéntrico
X	2.44	5.48	7.92	8.33	30.81	2.25	3.84	Submetacéntrico
Y	1.54	5.80	7.34	7.72	20.98	3.77	5.80	Subtelocéntrico
Suma			95.04	100.00				

APÉNDICE 37

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 1 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Mesa de la Yerba, Veracruz.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	5.5	6.8	12.30	9.97	44.72	1.24	1.06	Metacéntrico
2	2.1	8.8	10.90	8.84	19.27	4.19	6.15	Subtelocéntrico
3	3.2	5.2	8.40	6.81	38.10	1.63	2.38	Metacéntrico
4	2.6	4.9	7.50	6.08	34.67	1.88	3.07	Submetacéntrico
5	2.9	4.1	7.00	5.67	41.43	1.41	1.71	Metacéntrico
6	2.35	4.2	6.55	5.31	35.88	1.79	2.82	Submetacéntrico
7	2.65	3.2	5.85	4.74	45.30	1.21	0.94	Metacéntrico
8	2.35	3.3	5.65	4.58	41.59	1.40	1.68	Metacéntrico
9	2.4	2.95	5.35	4.34	44.86	1.23	1.03	Metacéntrico
10	2.55	2.7	5.25	4.26	48.57	1.06	0.29	Metacéntrico
11	2.1	2.8	4.90	3.97	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
12	2.2	2.6	4.80	3.89	45.83	1.18	0.83	Metacéntrico
13	1.9	2.5	4.40	3.57	43.18	1.32	1.36	Metacéntrico
14	1.8	2.5	4.30	3.49	41.86	1.39	1.63	Metacéntrico
15	1.9	2	3.90	3.16	48.72	1.05	0.26	Metacéntrico
16	2	2.01	4.01	3.25	49.88	1.01	0.02	Metacéntrico
17	1.6	2	3.60	2.92	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
18	1.8	1.9	3.70	3.00	48.65	1.06	0.27	Metacéntrico
19	1.2	1.8	3.00	2.43	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
X	2	10	12.00	9.73	16.67	5.00	6.67	Subtelocéntrico
Suma			123.36	100.00				

APÉNDICE 38

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo 2 de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Mesa de la Yerba, Veracruz.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	4	6.00	10.00	9.25	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
2	2	7.60	9.60	8.88	20.83	3.80	5.83	Subtelocéntrico
3	1.9	4.80	6.70	6.20	28.36	2.53	4.33	Submetacéntrico
4	2.1	3.50	5.60	5.18	37.50	1.67	2.50	Metacéntrico
5	2.2	2.90	5.10	4.72	43.14	1.32	1.37	Metacéntrico
6	2.1	2.80	4.90	4.53	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
7	2.25	2.25	4.50	4.16	50.00	1.00	0.00	Metacéntrico
8	2	2.50	4.50	4.16	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
9	2	2.01	4.01	3.71	49.88	1.01	0.02	Metacéntrico
10	2	2.01	4.01	3.71	49.88	1.01	0.02	Metacéntrico
11	2	2.01	4.01	3.71	49.88	1.01	0.02	Metacéntrico
12	2	2.01	4.01	3.71	49.88	1.01	0.02	Metacéntrico
13	1.8	2.00	3.80	3.51	47.37	1.11	0.53	Metacéntrico
14	1.4	2.00	3.40	3.14	41.18	1.43	1.76	Metacéntrico
15	1.4	1.80	3.20	2.96	43.75	1.29	1.25	Metacéntrico
16	1.4	1.80	3.20	2.96	43.75	1.29	1.25	Metacéntrico
17	1.6	1.60	3.20	2.96	49.98	1.00	0.00	Metacéntrico
18	1.4	1.60	3.00	2.77	46.67	1.14	0.67	Metacéntrico
19	1.4	1.40	2.80	2.59	49.98	1.00	0.00	Metacéntrico
X	1.8	8.00	9.80	9.06	18.37	4.44	6.33	Subtelocéntrico
Y	2.4	6.40	8.80	8.14	27.27	2.67	4.55	Submetacéntrico
Suma			108.14	100.00				

APÉNDICE 39

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Mil Cumbres, Michoacán.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1	1.8	2.8	9.60	35.71	1.80	2.86	Submetacéntrico
2	0.65	1.65	2.3	7.89	28.26	2.54	4.35	Submetacéntrico
3	0.6	1.4	2	6.86	30.00	2.33	4.00	Submetacéntrico
4	0.65	0.85	1.5	5.15	43.33	1.31	1.33	Metacéntrico
5	0.6	0.9	1.5	5.15	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
6	0.6	0.8	1.4	4.80	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
7	0.6	0.8	1.4	4.80	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
8	0.5	0.7	1.2	4.12	41.67	1.40	1.67	Metacéntrico
9	0.6	0.65	1.25	4.29	48.00	1.08	0.40	Metacéntrico
10	0.6	0.601	1.201	4.12	49.96	1.00	0.01	Metacéntrico
11	0.6	0.601	1.201	4.12	49.96	1.00	0.01	Metacéntrico
12	0.6	0.601	1.201	4.12	49.96	1.00	0.01	Metacéntrico
13	0.6	0.601	1.201	4.12	49.96	1.00	0.01	Metacéntrico
14	0.5	0.6	1.1	3.77	45.45	1.20	0.91	Metacéntrico
15	0.4	0.6	1	3.43	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
16	0.45	0.55	1	3.43	45.00	1.22	1.00	Metacéntrico
17	0.4	0.6	1	3.43	40.00	1.50	2.00	Metacéntrico
18	0.4	0.5	0.9	3.09	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
19	0.4	0.5	0.9	3.09	44.44	1.25	1.11	Metacéntrico
20	0.3	0.4	0.7	2.40	42.86	1.33	1.43	Metacéntrico
X	1	1.4	2.4	8.23	41.67	1.40	1.67	Metacéntrico
Suma			29.154	100.00				

APÉNDICE 40

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de Dos Aguas, Michoacán.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.8	4.13	5.93	7.66	30.35	2.29	3.93	Submetacéntrico
2	1.9	3.95	5.85	7.56	32.48	2.08	3.50	Submetacéntrico
3	1.9	3.4	5.3	6.85	35.85	1.79	2.83	Submetacéntrico
4	1.7	2.15	3.85	4.98	44.16	1.26	1.17	Metacéntrico
5	1.7	2	3.7	4.78	45.95	1.18	0.81	Metacéntrico
6	1.7	2	3.7	4.78	45.95	1.18	0.81	Metacéntrico
7	1.7	1.9	3.6	4.65	47.22	1.12	0.56	Metacéntrico
8	1.75	1.8	3.55	4.59	49.30	1.03	0.14	Metacéntrico
9	1.65	1.8	3.45	4.46	47.83	1.09	0.43	Metacéntrico
10	1.6	1.8	3.4	4.39	47.06	1.13	0.59	Metacéntrico
11	1.58	1.75	3.33	4.30	47.45	1.11	0.51	Metacéntrico
12	1.6	1.7	3.3	4.26	48.48	1.06	0.30	Metacéntrico
13	1.6	1.7	3.3	4.26	48.48	1.06	0.30	Metacéntrico
14	1.5	1.6	3.1	4.01	48.39	1.07	0.32	Metacéntrico
15	1.4	1.5	2.9	3.75	48.28	1.07	0.34	Metacéntrico
16	1.3	1.4	2.7	3.49	48.15	1.08	0.37	Metacéntrico
17	1.3	1.301	2.601	3.36	49.98	1.00	0.00	Metacéntrico
18	1.1	1.11	2.21	2.86	49.77	1.01	0.05	Metacéntrico
19	0.01	1.9	1.91	2.47	0.52	190	9.90	Acrocéntrico
20	0.9	1	1.9	2.46	47.37	1.11	0.53	Metacéntrico
X	1.9	5.9	7.8	10.08	24.36	3.11	5.13	Subtelocéntrico
Y	2.7	4.2	6.9	8.92	39.13	1.56	2.17	Metacéntrico
Suma			77.381	100.00				

APÉNDICE 41

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de El Tejocote, Guerrero.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	2	4.2	6.2	9.54	32.26	2.10	3.55	Submetacéntrico
2	2.3	2.6	4.9	7.54	46.94	1.13	0.61	Metacéntrico
3	2.2	2.4	4.6	7.08	47.83	1.09	0.43	Metacéntrico
4	1.8	2	3.8	5.85	47.37	1.11	0.53	Metacéntrico
5	1.65	1.8	3.45	5.31	47.83	1.09	0.43	Metacéntrico
6	1.45	1.8	3.25	5.00	44.62	1.24	1.08	Metacéntrico
7	1.45	1.8	3.25	5.00	44.62	1.24	1.08	Metacéntrico
8	1.4	1.6	3	4.62	46.67	1.14	0.67	Metacéntrico
9	1.4	1.6	3	4.62	46.67	1.14	0.67	Metacéntrico
10	1.4	1.45	2.85	4.39	49.12	1.04	0.18	Metacéntrico
11	1.4	1.401	2.801	4.31	49.98	1.00	0.00	Metacéntrico
12	1.2	1.201	2.401	3.70	49.98	1.00	0.00	Metacéntrico
13	1	1.01	2.01	3.09	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
14	1	1.01	2.01	3.09	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
15	1	1.01	2.01	3.09	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
16	1	1.01	2.01	3.09	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
17	1	1.01	2.01	3.09	49.75	1.01	0.05	Metacéntrico
18	0.9	0.91	1.81	2.79	49.72	1.01	0.06	Metacéntrico
19	0.01	1.8	1.81	2.79	0.55	180	9.89	Acrocéntrico
20	0.8	0.801	1.601	2.46	49.97	1.00	0.01	Metacéntrico
X	2.2	4	6.2	9.54	35.48	1.82	2.90	Submetacéntrico
Y	1.8	3	4.8	7.39	37.50	1.67	2.50	Metacéntrico
Suma			64.973	100.00				

APÉNDICE 42

Valores absolutos y relativos para clasificar a los cromosomas siguiendo el criterio establecido por Levan *et al.* (1964) y la nomenclatura propuesta por Patton (1967) del citotipo de la especie *Reithrodontomys sumichrasti* proveniente de El Cerro Tzontehuitz, Chiapas.

Pares	Brazo p	Brazo q	p+q	Longitud Relativa	Índice Centromérico	Proporción de Brazos	Diferencia	Clasificación
1	1.95	9.9	11.85	10.43	16.46	5.08	6.71	Subtelocéntrico
2	2.3	8.8	11.1	9.77	20.72	3.83	5.86	Subtelocéntrico
3	2	7.3	9.3	8.19	21.51	3.65	5.70	Subtelocéntrico
4	2.85	3.3	6.15	5.41	46.34	1.16	0.73	Metacéntrico
5	2.7	3.1	5.8	5.11	46.55	1.15	0.69	Metacéntrico
6	2.25	3.5	5.75	5.06	39.13	1.56	2.17	Metacéntrico
7	2.2	2.9	5.1	4.49	43.14	1.32	1.37	Metacéntrico
8	2.25	2.55	4.8	4.23	46.88	1.13	0.63	Metacéntrico
9	2.15	2.475	4.625	4.07	46.49	1.15	0.70	Metacéntrico
10	2.2	2.37	4.57	4.02	48.14	1.08	0.37	Metacéntrico
11	2.1	2.3	4.4	3.87	47.73	1.10	0.45	Metacéntrico
12	2.07	2.3	4.37	3.85	47.37	1.11	0.53	Metacéntrico
13	2	2.27	4.27	3.76	46.84	1.14	0.63	Metacéntrico
14	1.8	2.3	4.1	3.61	43.90	1.28	1.22	Metacéntrico
15	1.8	2	3.8	3.35	47.37	1.11	0.53	Metacéntrico
16	1.8	1.9	3.7	3.26	48.65	1.06	0.27	Metacéntrico
17	1.6	1.8	3.4	2.99	47.06	1.13	0.59	Metacéntrico
18	1.6	1.8	3.4	2.99	47.06	1.13	0.59	Metacéntrico
19	1.5	1.6	3.1	2.73	48.39	1.07	0.32	Metacéntrico
X	4.65	5.35	10	8.80	46.50	1.15	0.70	Metacéntrico
Suma			113.585	100.00				

APÉNDICE 43

Matriz de caracteres cromosómicos de los citotipos de *R. sumichrasti* empleada en los análisis estadísticos de componentes principales y dendrograma.

NO.	Especie	Subespecie	2n	NF	M	SM	ST	A	X	Y	LOCALIDAD
1	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	2	0	Río Chiflón, Hidalgo
2	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	36	4	0	0	2	0	Río Chiflón, Hidalgo
3	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	4	2	0	2	2	Los Tules, Hidalgo
4	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	2	1	Los Tules, Hidalgo
5	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	3	2	El Rancho, Puebla
6	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	4	2	0	3	0	El Rancho, Puebla
7	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	1	2	El Rancho, Puebla
8	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	30	6	4	0	1	3	El Rancho, Puebla
9	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	4	2	0	3	2	El Durazno-Ixtlahuaca, Puebla
10	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	78	34	4	0	2	2	2	Cuahutlamingo, Puebla
11	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	2	2	Alhuaca, Puebla
12	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	36	2	2	0	2	0	Zacualpan, Edo. de México
13	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	36	4	0	0	1	1	Zacualpan, Edo. de México
14	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	42	80	36	2	2	0	2	3	Zacualpan, Edo. de México
15	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	40	76	32	4	2	0	3	0	Mesa de la Yerba, Veracruz
16	<i>R. sumichrasti</i>	<i>sumichrasti</i>	40	76	34	2	2	0	3	2	Mesa de la Yerba, Veracruz
17	<i>R. sumichrasti</i>	<i>nerterus</i>	42	78	32	6	0	2	3	1	Dos Aguas, Michoacán
18	<i>R. sumichrasti</i>	<i>luteolus</i>	42	78	36	2	0	2	2	1	El Tejocote, Guerrero
19	<i>R. sumichrasti</i>	<i>dorsalis</i>	40	72	32	0	6	0	1	0	Tzontehuitz, Chiapas

APÉNDICE 44

Matriz de correlación de los caracteres cromosómicos de los citotipos de *R. sumicrasti* empleada el análisis estadístico de componentes principales.

Variables	2n	NF	M	SM	ST	A	X	Y
2n	1.0000	0.8675	0.3632	0.5138	-0.5543	0.1875	-0.1375	0.2537
NF	0.8675	1.0000	0.3813	0.6024	-0.5654	-0.1749	0.0111	0.2925
M	0.3632	0.3813	1.0000	-0.2986	-0.4914	0.0000	0.0000	-0.1301
SM	0.5138	0.6024	-0.2986	1.0000	-0.5600	-0.0256	0.0739	0.2178
ST	-0.5543	-0.5654	0.9414	-0.5600	1.0000	-0.3382	-0.2052	-0.0100
A	0.1875	-0.1749	0.0000	-0.0256	-0.3382	1.0000	0.1375	0.0298
X	-0.1375	0.0111	0.0000	0.0739	-0.2052	0.1375	1.0000	-0.1099
Y	0.2537	0.2925	-0.1301	0.2178	-0.0100	0.0298	-0.1099	1.0000

APÉNDICE 45

Eigenvalores que se obtuvieron en el análisis de componentes principales de los citotipos de *R. sumichrasti*.

Componente	Total	% de la		Total	% de la	
		varianza	% acumulado		varianza	% acumulado
1	3,436	42,948	42,948	3,436	42,948	42,948
2	1,590	19,876	62,824	1,590	19,876	62,824
3	1,235	15,437	78,261	1,235	15,437	78,261
4	,877	10,967	89,227	,877	10,967	89,227
5	,530	6,630	95,857	,530	6,630	95,857
6	,312	3,905	99,762			
7	,019	,238	100,000			
8	-1,775E-16	-2,218E-15	100,000			

APÉNDICE 46

Eigenvectores que se obtuvieron en el análisis de componentes principales de los citotipos de *R. sumichrasti*.

	Componente				
	1	2	3	4	5
2n	,897	,164	,085	-,078	-,187
NF	,892	,311	-,230	-,169	,048
M	,486	,639	,445	-,331	,096
SM	,706	-,299	-,557	,307	-,069
ST	-,890	,213	,029	-,051	,090
A	,178	-,670	,598	-,139	-,375
X	,067	,490	,391	,764	-,135
Y	,507	-,484	,394	,183	,559

APÉNDICE 47

Matriz de caracteres cromosómicos de los cariotipos de las especies del género *Reithrodontomys* empleada en los análisis estadísticos de componentes principales y dendrograma.

No.	Especie	2n	NF	M	SM	ST	A	B	X	Y	Localidad
1	<i>R_bakeri</i>	52	50	0	0	0	52	0	1	1	Omiltemi, Guerrero
2	<i>R_creper</i>	52	50	0	0	0	52	0	1	1	Cartago, Costa Rica
3	<i>R_gracilis</i>	52	50	0	0	0	52	0	1	1	Champton, Campeche
4	<i>R_m_soderstromi</i>	52	52	0	2	0	50	0	1	1	Huehuetenango, Guatemala
5	<i>R_m_howellii</i>	52	50	0	0	0	52	0	1	1	Rayon, Chiapas
6	<i>R_mexicanus</i>	50	48	0	0	0	50	0	1	1	Pto. Soledad, Oaxaca
7	<i>R_microdon</i>	52	50	0	0	0	52	0	1	1	Mil Cumbres, Michoacan
8	<i>R_microdon</i>	52	50	0	0	0	52	1	1	1	Zacualpan, Edo. México
9	<i>R_tenuirostris</i>	52	50	0	0	0	52	0	1	1	Zontehuitz, Chiapas
10	<i>R_m_dychei</i>	42	80	18	16	6	0	0	3	4	Kansas; EUA
11	<i>R_m_longicaudus</i>	42	80	18	16	6	0	4	3	4	California; EUA
12	<i>R_m_amoles</i>	48	92	26	14	6	0	0	2	4	Pinal de Amoles, Querétaro
13	<i>R_m_saturatus</i>	40	76	32	4	2	0	0	2	3	Alhuaca, Puebla
14	<i>R_s_sumichrasti</i>	42	80	34	6	0	0	0	3	3	Alhuaca, Puebla
15	<i>R_s_sumichrasti</i>	40	76	34	2	2	0	0	4	3	Mesa de la Yerba, Veracruz
16	<i>R_s_nerterus</i>	42	78	32	6	0	2	0	4	2	Dos Aguas, Michoacán
17	<i>R_s_luteolus</i>	42	78	36	2	0	2	0	3	2	El Tejocote, Guerrero
18	<i>R_s_dorsalis</i>	40	72	32	0	6	0	0	2	0	Tzontehuitz, Chiapas
19	<i>R_fulvescens</i>	50	48	0	0	0	49	0	3	1	Rincón de Ramos, Aguascalientes
20	<i>R_humulis</i>	50	48	0	0	0	49	0	4	1	Carolina, E.U.A
21	<i>R_hirsutus</i>	46	44	0	0	0	45	0	2	1	Ameca, Jalisco
22	<i>R_zacatecae</i>	50	96	48	0	0	0	0	2	4	El Salto, Durango
23	<i>R_montanus</i>	38	72	36	0	0	0	0	3	4	San Francisco, EUA
24	<i>R_raviventris</i>	38	72	10	18	8	0	0	3	4	Texas, EUA

APÉNDICE 48

Matriz de correlación de los caracteres cromosómicos de los cariotipos de las especies del género *Reithrodontomys* que se obtuvo del análisis estadístico de componentes principales.

Variables	2n	NF	M	SM	ST	A	X	Y
2n	1.0000	-0.6408	-0.6971	-0.4954	-0.5419	0.8655	-0.1212	-0.6966
NF	-0.6408	1.0000	0.9024	0.5706	0.5127	-0.9383	0.1558	0.5056
M	-0.6971	0.9024	1.0000	0.2209	0.2372	-0.9032	-0.0067	0.5361
SM	-0.4954	0.5706	0.2209	1.0000	0.8294	-0.5857	0.4019	0.3842
ST	-0.5419	0.5127	0.2372	0.8294	1.0000	-0.5839	0.3245	0.2705
A	0.8655	-0.9383	-0.9032	-0.5857	-0.5839	1.0000	-0.1528	-0.6403
B	-0.1212	0.1558	-0.0067	0.4019	0.3245	-0.1528	1.0000	0.1037
X	-0.6966	0.5056	0.5361	0.3842	0.2705	-0.6403	0.1037	1.0000

APÉNDICE 49

Eigenvalores que se obtuvieron en el análisis de componentes principales de los cariotipos de las especies del género *Reithrodontomys*.

Componentes	Total	% de la		Total	% de la	
		varianza	% acumulado		varianza	% acumulado
1	4,749	52,766	52,766	4,749	52,766	52,766
2	1,669	18,543	71,309	1,669	18,543	71,309
3	1,297	14,409	85,718	1,297	14,409	85,718
4	,588	6,536	92,254	,588	6,536	92,254
5	,344	3,821	96,074	,344	3,821	96,074
6	,247	2,744	98,819			
7	,106	1,178	99,997			
8	,000	,003	100,000			
9	8,897E-7	9,885E-6	100,000			

APÉNDICE 50

Eigenvectores que se obtuvieron en el análisis de componentes principales de los cariotipos de las especies del género *Reithrodontomys*.

	Componente				
	1	2	3	4	5
2n	-,836	,299	-,124	,138	,382
NF	,929	-,051	-,200	,075	,259
M	,827	-,400	-,218	-,080	,073
SM	,664	,606	,166	,230	,196
ST	,640	,580	,098	,364	-,267
A	-,980	,167	,071	,002	,015
B	,287	,701	,267	-,584	,021
H	-,335	-,232	,863	,161	,039
X	,654	-,374	,580	-,072	,118

APÉNDICE 51

Matriz de caracteres cromosómicos de los cariotipos de las especies del género *Reithrodontomys* empleados en el análisis cladístico.

Especies	2n	NF	M	SM	ST	A	X	Y	B	H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<i>P. banderanus</i>	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	--	
<i>P. ochraventer</i>	0	--	0	5	0	7	0	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	--	
<i>R. bakeri</i>	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>R. creper</i>	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>R. gracilis</i>	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>R. m. soderstromi</i>	2	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
<i>R. m. howelli</i>	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>R. mexicanus</i>	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>R. microdon</i>	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>R. microdon</i>	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>R. tenuirostris</i>	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>R. m. longicaudus</i>	3	3	2	2	1	3	2	3	2	0	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--	--	--
<i>R. m. amoles</i>	0	5	3	3	1	3	1	3	0	0	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--
<i>R. m. saturatus</i>	4	4	4	4	2	3	1	2	0	0	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--	--	--	--
<i>R. s. sumichrasti</i>	3	3	5	5	0	3	2	2	0	0	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--	--	--
<i>R. s. sumichrasti</i>	4	4	5	1	2	3	3	2	0	0	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--	--	--	--
<i>R. s. nerterus</i>	3	6	4	5	0	4	3	1	0	0	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	--	--	--	--	
<i>R. s. dorsalis</i>	4	7	4	0	1	3	1	--	0	0	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--	--	--	--	
<i>R. hirsutus</i>	5	2	1	0	0	5	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	--
<i>R. humulis</i>	1	2	1	0	0	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>R. fulvescens</i>	1	8	1	0	0	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>R. zacatecae</i>	1	9	7	0	0	3	1	3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>R. raviventris</i>	6	7	6	0	0	3	2	3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--	--	--	--	--	
<i>R. montanus</i>	6	7	8	6	3	3	2	3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--	--	--	--	--	



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00059

Matrícula: 205383497

VARIACION CROMOSOMICA DE
ESPECIES DEL GENERO
Reithrodontomys DE BOSQUE
MESOFILO DE MONTAÑA.

En México, D.F., se presentaron a las 17:00 horas del día 24 del mes de marzo del año 2011 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

M. EN C. GERARDO LOPEZ ORTEGA
DR. MANUEL ARNOLDO CASTILLO RIVERA
DR. CARLOS JAVIER GARCIA CRUZ
DRA. IRENE DE LOS ANGELES BARRIGA SOSA

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaria la última, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN BIOLOGIA

DE: IRMA URBINA SANCHEZ



IRMA URBINA SANCHEZ
ALUMNA

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

A PROBAR

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

REVISO

LIC. JULIO CESAR DE LARA ISASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISION DE CBS

DR. RUBEN ROMAN RAMOS

PRESIDENTE

M. EN C. GERARDO LOPEZ ORTEGA

VOCAL

DR. MANUEL ARNOLDO CASTILLO RIVERA

VOCAL

DR. CARLOS JAVIER GARCIA CRUZ

SECRETARIA

DRA. IRENE DE LOS ANGELES BARRIGA
SOSA