

24, 28



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

**PATRON DE BANDAS G DE SPERMOPHILUS spilesoma
cabrerai (Dalquest, 1951) (SCIURIDAE - RODENTIA).**

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

ARTURO CASTRO PEREZ

México, D. F.

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Página
RESUMEN	3
INTRODUCCION	
I. Generalidades	4
II. Método	6
III. Objetivo	9
TAXONOMIA	14
MATERIAL Y METODO	
I. Desarrollo	15
II. Examen Microscópico y Fotografía	16
III. Carlottipos e Idiogramas	17
RESULTADOS	20
DISCUSION	
I. Material y Métodos	29
II. Resultados	31
III Conclusiones	39
BIBLIOGRAFIA	43

RESUMEN:

Se llevaron a cabo estudios citogenéticos sobre SPERMOPHILUS villosus cabrerai; especie procedente de la región de Pozas de Santa Ana en San Luis Potosí, México.

Se aplicó el procedimiento combinado de Urea y Tripsina para la obtención del patrón de Bandas G del cariotipo de esta ardilla.

Se confirmaron el Número Diploide (32) y el Fundamental (58) establecido - previamente por Uribe Alcocer (1978) sobre el mismo organismo, pero se detectaron diferencias importantes en la clasificación de los grupos cromosómicos y sus dimensiones relativas al comparar los resultados del presente informe con el precedente.

También se compararon los datos que sobre SPERMOPHILUS perotensis, informó en 1976 Ahumada Medina. Esta comparación se realizó porque SPERMOPHILUS perotensis constituye la especie más afín a SPERMOPHILUS villosus cabrerai.

Se concluye que: a) las diferencias entre los cariotipos de S. s. cabrerai, S. perotensis y el mismo de S. s. cabrerai en el informe precedente obedecen - a defectos en la operación técnica y a la interpretación subjetiva de los cariotipos, b) S. perotensis, de acuerdo a ciertos ajustes apoyados en diversas publicaciones y en los mismos datos cariotípicos podría ser considerada como semiespecie de S. s. cabrerai, en tanto la cruce interpoblacional con S. s. cabrerai no demostrase lo contrario, c) se consideró más objetivo el método citogenético que se sirve del bandeo y aunque las técnicas involucran factores de incertidumbre, sustentan un apoyo considerable en el estudio citogenético de los procesos evolutivos.

INTRODUCCION.

1. Generalidades:

Desde su origen, el hombre ha instrumentado su propio proceso evolutivo - con inusitada eficacia logrando gradualmente su predominancia en diversos ecosistemas a los que se ha adaptado, al grado de considerarlo ya no sólo como responsable de la existencia de formas de vida en función de su utilidad, mediante la selección artificial. Es así como las peculiares características que lo definen como entidad biológica trascienden esta naturaleza para llevarlo a crear formas perfeccionadas de alimentación, relación social, comunicación, desarrollo intelectual, etc., o por mejor decir, todo aquélla de la actividad humana que constituye las formas racionales de su conducta en su expresión más depurada: la cultura.

La cultura implica una incuestionable necesidad intelectual que sin mayores justificaciones lo impele a buscar respuestas a preguntas planteadas por todo aquello que en su entorno lo invita al descubrimiento.

Lo más conspicuo de ese entorno ha sido de siempre, la palpitante realidad de la vida, que a cada paso le ha forzado a cuestionarla sin cesar, para explicar su identidad y sus accidentes.

Por otro lado, la amplitud de lo que es susceptible de ser reconocido en el ámbito biológico condiciona ineluctablemente, el que el conocimiento adquirido, así como el por adquirir, sea manejado de manera parcial y a diversos niveles de complejidad (molecular, celular, tisular, orgánico, poblacional, ecológico). Esto conlleva una capacidad analítica superior pero con cierto retraso respecto de la síntesis de cuadros coherentes de conocimiento de la realidad biológica. Esto desde luego, no significa que no existan esos cuadros, expresados en forma de teorías o hipótesis, sustentados en hechos probados o probables por cuanto las evidencias sean demostrativas de dichas teorías e hipótesis.

Además, las actitudes científicas encaminadas a resolver problemas específicos de los seres vivos, han constituido los compartimientos que en su conjunto constituyen el edificio de conocimientos llamado Biología.

Por ejemplo la Embriología, cuya finalidad estriba en el estudio de los seres vivos desde la fecundación al nacimiento; la Fisiología responsable de elucidar el funcionamiento orgánico; la Etología, que aborda las cuestiones conductuales; la Bioquímica, interesada en las transformaciones químicas llevadas a cabo por los seres vivos; la Ecología, cuyo papel aclara las relaciones entre plantas, animales y medio ambiente; la Citología y la Genética que constituyen un caso particular de interés común y las que poseyendo cada una un enfoque definido de sus objetivos, ello no ha sido obstáculo para abordar problemas planteados a partir de los descubrimientos de Mendel (1866) de las leyes de la herencia, Miescher, (1869) de los ácidos nucleicos y la proposición conjunta de Sutton, Boveri y Morgan, en la primera década de este siglo,

de la correlación de eventos celulares con los fenómenos relativos a la herencia, dando lugar a una ciencia híbrida, la Citogenética.

Cabe destacar el interés de la Taxonomía y de la Sistemática que responden a la necesidad de ubicar ordenado y naturalmente a cada especie animal o vegetal revelando las relaciones de parentesco o filogenia que existen o hayan existido entre las especies vivientes y las especies extintas e interpretando la naturaleza y la coherencia del proceso evolutivo.

La problemática implicada en esta necesidad incluye también un natural interés por reconocer y diferenciar positivamente la identidad e individualidad de las entidades vivas de la naturaleza, cómo se han dado y se dan continuamente, cómo se relacionan entre sí y qué criterios han de seguirse para ese reconocimiento de identidad.

Este interés ha planteado cuestiones cuyas respuestas han oscilado del extremo de considerar a las especies como abstracciones de la mente del hombre afirmando que la especie la constituyen sólo los individuos (Occam, tomado de Mayr, 1969), hasta culminar en el concepto actual de especie como entidad biológica, cuyo origen se remonta a 1749 (Buffon) y sucesivamente K. Jordan (1905), Mayr (1965), White (1973) y el que en esencia se puede resumir en forma simplificada como "un acervo genético protegido". La especie la constituyen poblaciones naturales que se hallan aisladas reproductivamente de las poblaciones de otras especies por los denominados mecanismos de aislamiento. Este concepto enfatiza la distinción genética más que la diferencia morfológica. Asimismo, los mecanismos de aislamiento, los que protegen el acervo genético de una especie de la mezcla de genes de otra especie, forman parte del programa de desarrollo genético de la especie (Mayr, 1969).

La importancia del concepto de especie se destaca por las implicaciones que tiene al respecto de los mecanismos inherentes a la teoría evolutiva; y es que para explicar esta teoría, se precisa definir el sustrato sobre el que es aplicable. Si sumariamente consideramos el proceso evolutivo como

- i). aparición de variaciones heredables por recombinación sexual y mutación,
- ii). extensión de dichas variaciones a toda la población por medio de una reproducción diferencial repetida en generaciones sucesivas --- del equilibrio en las frecuencias génicas (Simpson 1951; Mayr, 1965) y
- iii). ventajas adaptativas al medio ambiente (presiones de selección positivas), entonces es fácil admitir que la materia prima adecuada para dicho proceso es la especie, particularmente, las poblaciones aisladas de esa especie dada.

Como se advierte en lo anterior, el proceso evolutivo, es resultante del proceso conocido como especiación, es decir, el origen y la consecuencia de la evolución es la especie y su diversificación en otras especies.

Sin embargo, el proceso a más de seguir el modelo anterior, deberá regis-

hacer otro tipo de condiciones de orden especial para lograr separaciones -- completas entre las poblaciones subespecíficas recién formadas por los desequilibrios en las frecuencias génicas.

El comportamiento de las poblaciones en cuyo seno se llevan a cabo dichos cambios, se explica gracias a tres modelos cuya aplicabilidad depende de las circunstancias de cada caso:

- a). el modelo simpátrico propone una población ancestral de la que surgen dos poblaciones divergentes en la misma localidad geográfica. La objeción a este modelo es que al coexistir geográficamente no interrumpen el flujo genético entre ellas, tendiendo entonces a restablecer el -- flujo genético. No obstante, se presume que medie a su vez, la preferencia por un subnicho por alguna de las poblaciones presentes, produciéndose un aislamiento de tipo ecológico (Hattler y Gregg, 1972).
- b). el modelo alopatrico, supone también una población ancestral, pero -- implica además una manifiesta separación por medio de una barrera, -- aislando a las poblaciones que frente a esta barrera, suspenden el -- flujo genético entre ellas. Al acumularse características genéticas -- sobre las que exista una evidente presión de selección positiva, en cada una de las poblaciones se perfilará, una nueva especie.
- c). White (1968) ha propuesto un tercer modelo, el estasiopátrico, que involucra un rearrreglo cromosómico originado en una región periférica o central del ámbito de distribución de la especie, mismo que al conferir ventajas adaptativas a los portadores y reducir a una zona restringida la hibridación por la escasa movilidad de los portadores del rearrreglo, conduzca a la especiación. Como se aprecia, el modelo se asemeja al alopatrico, pues se suspende el flujo genético entre las poblaciones contiguas.

II. Método:

Actualmente la Taxonomía y la Sistemática se apoyan en multitud de datos, no sólo morfológicos, sino también los aportados por otras ciencias, como la Citogenética, que situada en una perspectiva adecuada ha brindado un apoyo singular y asimismo ha enriquecido en conocimiento los mecanismos de la evolución, particularmente en lo referente a ciertos eventos relativos al proceso de especiación mediante la identificación microscópica de los cambios que en estructura y en número son observables en los cromosomas.

Si bien es cierto, estos cambios no son indicio directo de especiación, -- pues ésta se manifiesta aún sin rearrreglos cromosómicos (Carson et al., 1967) Existe evidencia relevante al respecto, por lo que se desprende de los trabajos de Wilson et al., (1974) quienes compararon las tasas relativas de evolución protéica y cromosómica en ranas y en mamíferos. Encontraron que la tasa de cambios cromosómicos en mamíferos es veinte veces más rápida que en ranas; asimismo, que la evolución anatómica es paralela a los rearrreglos cromosómicos en los mamíferos así como a su pérdida de potencial para la hibridación interespecífica. En cambio, la comparación de los datos aportados por la Bioquímica son similares tanto en ranas como en mamíferos; es decir, los de-

tos correspondientes a estudios electroforéticos no revelan diferencias importantes en la naturaleza y movilidad de las fracciones protéicas en ambos grupos de animales; de todo esto concluyen que los rearrreglos en los grupos de ligamiento genético pueden ser más importantes que las mutaciones puntuales en la evolución anatómica, puesto que estas mutaciones son las que originan las variaciones de dichas fracciones protéicas.

Por otra parte Bush et al., (1977) establecen una correlación entre la tasa de especiación rápida con la tasa de evolución cromosómica. La correlación se establece porque ambos parámetros, manejados estadísticamente, dependen del tamaño de la población y concluyen que tanto la tasa de especiación como la de evolución cromosómica se aceleran o deprimen cuando disminuye o aumenta el tamaño de la población, respectivamente; asimismo, consideran importante el efecto de la organización social en el proceso de especiación, esto es debido como se advierte, porque una estructura social compleja implica una reproducción diferencial en grado diverso que no necesariamente obedezca a condicionamientos adaptativos (vgr.: la población humana). Sus estudios fueron llevados a cabo en vertebrados, y sus conclusiones, obtenidas a partir de la comparación de vertebrados inferiores y mamíferos, revelan que éstos últimos manifiestan una fuerte correlación en su tasa de especiación y su extraordinaria variabilidad cariotípica, correlación que es menos evidente en el caso de los vertebrados inferiores poco diversificados.

Los cambios cromosómicos involucrados en la evolución incluyen fenómenos a los que fácilmente se les puede seguir la pista citológicamente, como las inversiones pericéntricas o las translocaciones recíprocas (fusiones céntricas), si bien es cierto que también pueden ser difíciles de diferenciar de las fisiones céntricas, cuyo proceso es inverso (Robertson, 1916; de aquí el que se denominen fenómenos Robertsonianos) y otras cuya naturaleza dificulta su estudio. Tal es el caso de las inversiones paracéntricas, fusiones en tandem, duplicaciones, deleciones, formación de isocromosomas, etc.

Para cualquiera de los procesos enunciados arriba existe la misma probabilidad de ocurrencia, esto es, el azar constituye un fuerte componente en la aparición eventual de cualquier arreglo. Imai y Maruyama (1978) demostraron, para el caso particular de las inversiones pericéntricas, que éstas son resultantes de procesos estocásticos. La demostración surgió a través de modelos matemáticos estadísticos y cuyos resultados parecen concordar con los datos aportados por más de 700 cariotipos de diferentes especies de mamíferos.

En otra comunicación, Imai (1978a) propone que las fisiones céntricas son el proceso más probable orientado a la formación de cromosomas telocéntricos. Asimismo, el hecho de que la tercera parte de los cromosomas en los mamíferos (72) especies estudiadas sean telocéntricos, lo interpreta como una tendencia hacia un aumento tanto en el número cromosómico como en el número de brazos. Sus trabajos añaden apoyos teóricos a la hipótesis de la fisión céntrica (John y Hewlett, 1966; 1968; Todd, 1970; Imai, Crozier y Taylor, 1977) que constituye en relación con la hipótesis de la fusión céntrica (Bonnyrchka

1969; Chiarelli y Capanna, 1973; White, 1973) una controversia de la que se pretende aclarar cuál de ambos procesos es prevaliente en la evolución cariotípica.

La afinación de los procedimientos técnicos aplicados por la Citogenética ha hecho posible la identificación de regiones cromosómicas por procedimientos semejantes a los empleados en el mapeo citológico de cromosomas politélicos de las glándulas salivales de los dípteros, es decir, acotando regiones a lo largo del cromosoma con tinciones diferenciales que revelan una secuencia constante en la ordenación de bandas. Esta secuencia ordenada o patrón de bandas específico de un cariotipo dado constituye una credencial de identidad de la especie portadora de tal cariotipo.

De esta manera es posible detectar configuraciones cariotípicas que antes de la introducción de las técnicas de bandeo no era posible comprobar, como es el caso de las translocaciones e inversiones y también son una alternativa para la identificación de presuntas fusiones o fisiones céntricas, isocromosomas, etc.

Desde la utilización original del tratamiento hipotónico (Hsu, 1952; Hsu y Pomerat, 1953) y el uso de suspensiones celulares e inhibidores mitóticos (Ford y Hamerton, 1956; Tjio y Whang, 1962) no se había proporcionado a la Citogenética herramienta más eficaz que el bandeo cromosómico; encaptando las técnicas de fluorescencia (vgr. Caspersson et al., 1968; - 1970; - 1971; etc; Evans et al., 1971; Lau et al., 1978) las restantes técnicas de bandeo se pueden dividir en dos clases principales:

1. aquellas que involucran solamente la región centromérica (Bandeo C) y
2. aquellas en las que el bandeo se manifiesta a lo largo del cromosoma, con tinción de Giemsa (Bandas G; Conferencia de París, 1971); aunque también merecen consideración otros tratamientos, los cuales producen patrones de bandeo constantes en la región terminal de los brazos cromosómicos (Bandas T; Dutrillaux, 1971).

McKay (1973), observó que aún sin tratamiento previo, los cromosomas mitóticos de células leucémicas de *MUS musculus* exhibían bajo microscopía ultravioleta, de contraste de fases y sombreado con Paladio/Oro, una apariencia de bandeo similar al G; de lo cual concluye que dicho bandeo se debe a la condensación diferencial de la cromatina a lo largo del cromosoma durante la mitosis y propone que el componente Azure B del Giemsa, actúa como los cationes divalentes (Ca^{++} o Mg^{++}) reconstituyendo la estructura del cromosoma, en el caso de que ésta se alterase bajo la acción del fijador u otro compuesto cuya finalidad sea la de producir bandeo. Con esta explicación se pretende unificar la aparente diversidad de técnicas que, apoyadas en agentes químicos diferentes definen las Bandas G.

No obstante, se admite que cualquier tratamiento posterior a la fijación de los cromosomas tiene efectos sobre éstos, pero es la acción del Giemsa -- (de naturaleza catiónica polivalente) lo que redefine el bandeo, si bien el cromosoma no se reconstituye con la estructura que tenía antes del tratamiento.

to.

Comings et al. (1973) han propuesto, que el bandedo proceda de modificaciones en la interacción entre las proteínas no histónicas y el ADN del cromosoma; dicha explicación no es del todo adecuada, puesto que algunos tratamientos que incluyen compuestos cuya acción no involucra a los enlaces peptídicos de las proteínas (Lee et al., 1973) manifiestan un bandedo similar a aquél apoyado en enzimas proteolíticas (Seabright, 1972).

Conviene señalar que las Bandas G se reconocen de naturaleza eucromática y de menor resistencia estructural a la acción prolongada de los tratamientos de bandedo que aquellas regiones de heterocromatina constitutiva (altamente condensada), como las que se identifican en las Bandas centroméricas C (Church, 1965; Pardue y Gall, 1970; Hsu y Arrighi, 1971) y en las que también se ha localizado ADN satélite (Jones, 1970; Yunis y Yasminah, 1971); de lo que se deduce que cualquier procedimiento empleado para revelar Bandas G, llevado a condiciones extremas de aplicación, concluirá mostrando las Bandas C, mismas que a su vez desaparecerían de continuar el tratamiento por períodos excesivamente prolongados (McKay p. cit.). Asimismo Yunis y Sánchez (1973), de acuerdo a sus experiencias han confirmado las aseveraciones de McKay (1973) de decir, la existencia de ciertas características estructurales previas al presunto proceso inductor de bandas semejantes a éstas.

Por otro lado, un análisis superficial de las técnicas de obtención de bandas, aún cuando lo pretendan, no demuestran sin lugar a dudas la naturaleza del bandedo, aunque sí parece probable que dichos tratamientos, al menos parcialmente, lo permiten revelar con mayor definición.

Al margen de su naturaleza, la principal cualidad experimental del método, es que manifieste constancia para cada especie y el uso de una técnica particular no ofrece variaciones significativas respecto de otras técnicas que empleen sustancias químicas diferentes aplicadas en el mismo tipo de organismo (Lee et al., 1973).

III. Objetivo:

Repetidas veces se ha destacado la importancia del estudio del proceso evolutivo que ha operado en los roedores (Uribe Alcocer, 1972; Rodríguez Romero, 1974; Ahumada Medina, 1976; etc.) como reconocimiento de los trabajos de Marthey (1945; 1957; 1963), Madler (1966; 1969), Ohno (1962; 1965; 1967), Hsu y Arrighi (1962; 1965; 1966; 1968).

Las contribuciones de Alvarez T. (1966), Martín (1967), Barrera (1969), Solís M. (1971; 1972), Uribe Alcocer (1972; 1973, 1974a; 1974b; 1975; 1977; 1978; 1979), Rodríguez Romero (1974), Rodríguez R. y Uribe A. (1975), Rodríguez Romero et al. (1975), García Roy (1976), Ahumada Medina (1976), de Lara Vasablivazo (1977), etc., son prueba del estímulo que el problema ha despertado en investigadores nacionales, cuya participación es relativamente reciente.

Uribe Alcocer (1977, Tesis Doctoral) ha hecho una revisión citogenética, - que sin ser exhaustiva, congrega el acervo de información que sobre el Orden Rodentia del eje volcánico transversal y áreas adyacentes (República Mexicana) existe en la actualidad; esta zona, en la que confluyen las regiones Neártica y Neotropical, perfila un cuadro característico de condiciones geográficas y climáticas de las que se puede esperar un efecto evolutivo y de selección en - las poblaciones del ya de por sí dinámico Orden.

Por lo que respecta al Género SPERMOPHILUS, Abumada Medina (1976) y Uribe-Alcocer et al. (1978), se refieren a Madler et al. (1964; 1965; 1968; 1976) y Madler y Hughes (1966) como la fuente principal de información sobre el Género, ya que han estudiado la mayoría de las especies relacionadas cariotípicamente.

Anteriormente Bryant (1945), ha señalado la dificultad que representa la aparente homogeneidad en la distribución de los caracteres que ostenta el Género y que impiden una distinción clara con base en un sólo criterio filogenético, de los subgéneros que lo integran.

La clasificación se estableció en base a criterios morfológicos de especímenes fósiles y recientes (Howell, 1938; Bryant, 1965; Black, 1963). El Género se subdivide en seis subgéneros:

- i). Callospermophilus.
- ii). Otospermophilus.
- iii). Xerospermophilus.
- iv). Spermophilus e
- v). Ictidomys.
- vi). Poliocitellus

La evaluación filogenética que hacen estos autores de los mencionados subgéneros, establece que Spermophilus e Ictidomys se consideran estrechamente relacionados y con los caracteres más vanguardistas del Género (Bryant, 1965; Black, 1963). En cambio, Otospermophilus, representa al parecer, el subgénero ancestral y más remoto (Black, 1945; Black, 1963) del Género; asimismo el subgénero Callospermophilus compartiría estos juicios ya que se considera -- también relacionado con Otospermophilus (Bryant, 1945).

Por su parte Poliocitellus y Xerospermophilus ocuparían una posición intermedia de desarrollo, entre los más especializados y los más antiguos ---- (Bryant, op. cit.).

Ictidomys se distingue de los otros subgéneros por los caracteres craneales, dentales y musculares (Bryant, 1945; Howell, 1938) y a través de ellos, particularmente los dentales, Bryant (1945) ha postulado que el subgénero -- en cuestión conserva una cercana relación filogenética con el subgénero Spermophilus. Al respecto, Black, (1963) concluye a partir de estudios paleontológicos, que Ictidomys se diferenció de Spermophilus, en períodos tan recientes como el Plioceno tardío y el Pleistoceno.

Su conclusión se aprecia ahora reforzada por el trabajo de Cothran et al.

(1977) quienes aprovecharon las técnicas electroforéticas para comparar proteínas del suero de especies pertenecientes a ambos subgéneros. Al aplicar medidas de afinidad (porcentaje de alelos comunes a ambos subgéneros) observaron que las especies de *Ictidomys* son semejantes en un 80% de los loci estudiados (15) al grupo de especies del subgénero *Spermophilus* que se caracterizan por orejas grandes, 73% semejantes a aquél en el que ostentan orejas cortas y solamente 53% de afinidad con el que se considera el ancestro más remoto de este subgénero, *SPERMOPHILUS brunneus*.

Carlotípicamente, se observa también la misma gradación, si bien menos precisa: *Ictidomys*, con un intervalo $2n=32-34$, similar al $2n=30-36$ del primer grupo mencionado; más distante del intervalo $2n=36-46$ del segundo grupo señalado y aún más del $2n=36$ de *SPERMOPHILUS brunneus* (Madler, 1966; Madler et al., 1973).

Ictidomys consta de cuatro especies: *SPERMOPHILUS tridecemlineatus*, *SPERMOPHILUS mexicanus*, *SPERMOPHILUS spilosoma* y *SPERMOPHILUS perotensis*, las que presentan báculo, cráneo, pelaje y rostro distintivos para cada especie (Bryant, 1945; Howell, 1938; Burt, 1960).

Bryant (op. cit.) hace la observación de que las especies de este subgénero no se relacionan tanto entre sí, como se relacionan las especies de los otros subgéneros de *SPERMOPHILUS*.

Asimismo, la coloración del pelaje y la estructura del báculo de *SPERMOPHILUS spilosoma* son marcadamente diferentes de aquéllos de *SPERMOPHILUS tridecemlineatus* y *SPERMOPHILUS mexicanus*, por lo que este autor concluye que *SPERMOPHILUS spilosoma* mantiene una relación más distante con las últimas, que la relación más estrecha, de éstas entre sí. Por otro lado *SPERMOPHILUS perotensis*, semeja en muchas características a *SPERMOPHILUS spilosoma* (Howell, 1938) en particular con las poblaciones mexicanas del Estado de San Luis Potosí, que se ubican más próximas geográficamente a *SPERMOPHILUS perotensis*. Ahumada Medina (1976) y Uribe Alcocer (1978) destacan la carencia de información citogenética particularmente, de las poblaciones geográficamente intermedias entre estas especies, las que cariotípicamente son muy semejantes, lo que acentúa su relación filogenética.

A excepción de *SPERMOPHILUS perotensis*, especie monotípica exclusiva de la región de Perote, Ver., las tres restantes son especies politípicas que - que extienden poblaciones subespecíficas (alopátricas) desde el sur de México, en los estados de Puebla y Tlaxcala, hasta la región central de Canadá (Alberta, Saskatchewan y Manitoba) y en la región estadounidense, desde Ohio hasta Montana, (Hall y Nelson, 1959).

En lo concerniente a las especies *SPERMOPHILUS tridecemlineatus*, *SPERMOPHILUS mexicanus* y *SPERMOPHILUS spilosoma* Madler y Hughes (1966) alcanzan conclusiones similares a las referidas de Bryant (1945) cuando estudian las relaciones cromosómicas de *Ictidomys*: *SPERMOPHILUS tridecemlineatus* y *SPERMOPHILUS mexicanus* comparten un $2n=34$ y cariotipos semejantes. Zimmerman y --

Cothran (1976) usando datos cromosómicos y electroforéticos, demostraron que existen híbridos naturales entre estas especies en la región sudeste de Nuevo México (E.U.) y en áreas adyacentes de Texas; de acuerdo a esto, sería -- perfectamente aplicable el concepto de semiespecie al caso, tal como lo definió Mayr (1963): "poblaciones que han adquirido algo, pero no todo aún, de -- los atributos del rango de especie; casos en la frontera entre especie y -- subespecie, porque aún son posibles las cruces interpopulacionales".

SPERMOPHILUS spilosomus es divergente de SPERMOPHILUS tridecemlineatus y de SPERMOPHILUS mexicanus, porque carece de un par metacéntrico pequeño, que se encuentra en las otras dos especies y porque el cromosoma Y es puntual, -- mientras que en las otras se identifica como un gran acrocéntrico.

Además, estas características cariológicas (carencia de un par metacéntrico pequeño y cromosoma Y puntual), así como las señaladas por Howell (1938), son compartidas por SPERMOPHILUS parotensis, aunque existen ligeras variaciones por lo que a la clasificación cromosómica se refiere y al tamaño relativo del cromosoma X en ambas. Todo ello constituye evidencia sugestiva para -- un estudio que aclarara si SPERMOPHILUS spilosomus y SPERMOPHILUS parotensis constituyen una pareja semiespecífica, como es el caso de SPERMOPHILUS tridecemlineatus y SPERMOPHILUS mexicanus.

Uribe Alcocer et al. (1979) han abordado esta cuestión, pero sin éxito; -- su interés es motivado por la carencia de evidencia paleontológica que señale en qué época y región se inició SPERMOPHILUS parotensis, y si como especie -- ían, realmente se diferenció de SPERMOPHILUS spilosomus en alguna época en la que las condiciones climáticas obligaron a las poblaciones de ésta a desplazarse hacia el sur por el corredor desértico que ahora ocupa SPERMOPHILUS -- spilosomus cabrerae.

Finalmente, una posterior discusión de los datos aportados en ésta Tesis -- y su relación con lo obtenido por otros autores (Ahumada Medina, 1976; Uribe Alcocer, et al. 1978; -- 1979) debe considerar que tanto SPERMOPHILUS spilosomus cabrerae así como SPERMOPHILUS parotensis siguen una línea divergente -- sugerida por los trabajos de Madler y Hughes (1966), quienes estudiaron las poblaciones de SPERMOPHILUS spilosomus merriamensis del Condado de Eddy, en -- Nuevo México (E.U.) y del Condado de Lubbock en Texas (E.U.) y en cuyo cariotipo (7 m., 8 smt., X= smt., Y puntual) encontraron un par cromosómico smt. -- pequeño que diferencia a las poblaciones de la misma subespecie del Condado de Otero en Nuevo México (E.U.) y de SPERMOPHILUS spilosomus consonans del -- Condado de Cochise en Arizona (E.U.) y en las que se encuentra un par cromosómico smt. pequeño con el centrómero en posición más terminal (7 m., 7 smt. 1 a., X= smt., Y puntual).

En este último caso, es donde se incluye a SPERMOPHILUS spilosomus cabrerae, -- así como a SPERMOPHILUS parotensis, considerado como su más próximo -- pariente.

La razón de que las técnicas de bandeado ofrecen constancia en los resulta-

dos de su aplicación, sumado al interés por conocer los aspectos de Taxonomía y Sistemática y por el marcado proceso evolutivo manifestado por los roedores, en particular el de la especie SPERMOPHILUS talpiformis cabrerai (Dailequest, 1951; SCIURIDAE-RODENTIA) es lo que ha motivado el presente trabajo cuyo objetivo es valerse del bandeo cromosómico G para la identificación de los cromosomas individuales de su cariotipo y con ello aportar datos en apoyo a los conocimientos actuales sobre la subespecie cabrerai y aclarar relaciones, de precisarlo, dentro del subgénero *Ictidomys*, al que pertenece.

Clasificación de *SPERMOPHILUS pilosomus cabrali* (Dalquest, 1951; SCIURIDAE-RODENTIA).^a

REINO: Animalia.
Phylum: Chordata.
Subphylum: Vertebrata.
Clase: Mammalia.
Subclase: Theria.
Infracase: Eutheria.
Orden: Rodentia.
Suborden: Sciuromorpha.
Familia: Sciuridae.
Género: SPERMOPHILUS (Cuvier).
Subgénero: ictidomys (J. A. Allen).
Especie: pilosomus.
Subespecie: cabrali.

^a Hall y Kelson (1959).

MATERIAL Y METODOS.

Para el presente estudio se emplearon organismos del Género SPERMOPHILUS, especie salicicola, subespecie cabrera adquiridos en las inmediaciones de la localidad de Pozas de Santa Ana en el Estado de San Luis Potosí, México, en el mes de Julio de 1978; el número de organismos adquirido fue de 8: 3 hembras y 5 machos.

1. Desarrollo.

Los organismos en cuestión fueron procesados a partir del primer día después del que se obtuvieron, de tal manera que no hubo un período prolongado de adaptación a las condiciones del laboratorio:

- i)- Una hora antes del sacrificio, se les aplicó por vía intraperitoneal una solución de colchicina al 0.04% en dosis de 1 ml. por cada 100 g. de peso del ejemplar. Se procedió a extraer los fémures de las patas posteriores a través de la cavidad corporal, de tal manera que estos huesos se obtuvieron íntegros; esta operación tiene como finalidad la de mantener el ejemplar lo más completo posible y conservar lo como prueba morfológica asociada al estudio citogenético.
- ii)- A continuación, a los huesecillos previamente limpiados, se les cortaron las epífisis y por el hueco de la médula fue inyectado medina - TC 199 (Difco, Lab., Detroit, Michigan), permitiendo con esta operación liberar el tejido hematopoyético en un vaso de precipitados, en donde asimismo, se procedió a homogeneizar con el auxilio de una jeringa desechable, logrando al cabo, una suspensión celular homogénea. Asimismo, los testículos fueron disecados para obtener un análisis de cromosomas meióticos.
- iii)- Las células así obtenidas se incubaron por espacio de 20 minutos a 37°C. (lo que permite estabilizar las células después del trauma provocado en la extracción y homogeneización). Posteriormente, la suspensión se centrifugó a 1500 r.p.m. durante 5 minutos.
- iv)- Después de decantar el sobrenadante, se le aplicó al precipitado celular (botón) una solución de KCl 0.066 M. para someterlo a choque hipotónico, resuspendiendo enseguida con una pipeta Pasteur y permitir así un mayor contacto celular con la solución hipotónica; después de 10 minutos de incubación con dicha solución a 37°C. se centrifugó de nuevo a 1500 r.p.m. durante 5 minutos, al cabo de los cuales se contó con un botón celular de aspecto opalescente indicativo de la efectividad del choque hipotónico.
- v)- El siguiente paso consistió en la aplicación de solución fijadora -- preparada con alcohol metílico y ácido acético glacial (3:1), resuspendiendo también como en el paso anterior. Se efectuaron 3 cambios de fijador, resuspendiendo en cada caso y repitiendo también la centrifugación, hasta que por último la suspensión se realizó con la mitad del volumen de fijador empleado anteriormente (5 ml.).
- vi)- Las preparaciones fueron elaboradas con la suspensión celular, gotando sobre portaobjetos, a una distancia aproximada de un metro de ellos y permitiéndoles secar al aire o bajo la acción de una corriente

te de aire ligera. Los porteojetos fueron previamente tratados con - un baño de una solución de metanol y cloroformo (1:1) y secados con - papel.

Las preparaciones así obtenidas de cada organismo fueron almacenadas cuan-
do menos durante una semana para permitir la mayor deshidratación posible re-
querida como condición previa al proceso de bandeo; éste se realizó bajo la-
acción combinada de la tripsina y de la urea:

- a)- Las preparaciones se calentaron a 60°C. en una estufa por un período de 12 a 16 horas previo tratamiento.
- b)- enseguida fueron sumergidas, instantánea, pero repetidas veces (dips) durante 10 segundos, en una solución de tripsina al 0.05% en amortiguador de fosfatos, contenida en un vaso de Coplin enfriado en hielo a 0-3°C. (amortiguador de fosfatos: 340 ml. de NaH_2PO_4 , 0.01 M. más - 240 ml. de Na_2HPO_4 , 0.01 M.; pH=7.0).
- c)- Transcurrida de 8-10 inmersiones (10 seg.) las preparaciones se enjuagaron con amortiguador de fosfatos por espacio de 30 segundos.
- d)- enseguida se enjuagó con alcohol metílico al 95% durante 3-5 minutos.
- e)- Posteriormente, las preparaciones secadas al aire, fueron sometidas a la acción de la urea (urea 8 M. y amortiguador de Sorensen en proporción de 3:1; amortiguador de Sorensen = M/15; 4.536 g. de KH_2PO_4 más - 4.732 g. de Na_2HPO_4 , en 1000 ml. de agua destilada; pH=6.8) contenida en un vaso de Coplin a 37°C. y en baño María, donde se aplicó el procedimiento antes descrito (dips) por espacio de 10 segundos.
- f)- Transcurrido este tiempo y para evitar la cristalización de la urea al contacto con el aire por deshidratación y cambio brusco de temperatura las preparaciones se enjuagaron de inmediato con agua destilada, para finalmente...
- g)- someterlas a tinción con solución de Giemsa al 4% en amortiguador de Sorensen ya señalado, por espacio de 30 a 45 minutos y montar en bálsamo de Canadá, previo enjuagado con agua destilada.

II. Examen Microscópico y Fotografía:

La revisión de las preparaciones se llevó a cabo durante y después del -- procesamiento con el fin de registrar los cambios que manifestaran los cromo-
somas al paso de la técnica, por lo que fue preciso emplear contraste de fa-
ses. Se empleó un microscopio Carl Zeiss, cuya platina móvil permite determi-
nar con precisión las coordenadas de las células seleccionadas para la obser-
vación.

Los campos mitóticos seleccionados para fotografiarse, manifestaron cons-
tancia en el número de cromosomas, así como en el número y disposición de --
bandas y en la nitidez de éstas. La fotografía de los mejores campos se rea-
lizó en el referido microscopio con ocular C 12X, optovar 1.0X, objetivo Neo-
fluar 100/1.30 y filtro de interferencia 46 78 05 Carl Zeiss VG 9; la cámara
empleada fue Zeiss 0.5X, Tessovar IX, 47 60 10-9901 y la determinación de la
intensidad luminosa así como el tiempo de exposición se obtuvieron con el au-
xilio de un exposímetro IKOPHOT M Zeiss Ikon. La película empleada fue Kodak

High Contrast HC 135-136, 60 asa, la que se reveló con Kodak D-11 y fijó con Kodak fixer. La impresión de los positivos, en papel Kodabromide F 5, se revelaron con Dektol Kodak y se fijaron con Rapid Fixar de Eastman Kodak.

Cabe aclarar que el anterior procedimiento se aplicó a varios lotes de -- preparaciones, correspondientes a otros tantos organismos procesados, aunque finalmente se hayan seleccionado 9 ampliificaciones fotográficas de los mejores campos mitóticos bandeados, 5 procedentes de 2 hembras y 4 procedentes de 2 machos, con las cuales se elaboraron cariotipos e idiogramas.

III. Cariotipos e Idiogramas:

Como se mencionó, de 9 ampliificaciones se elaboraron los cariotipos de la siguiente manera: los cromosomas fueron recortados y ubicados por parejas de homólogos de acuerdo a la posición aparente del centrómero en Metacéntricos--con centrómero en región media, submetacéntricos, submetacéntricos, telocéntricos con centrómero en región terminal y Telocéntricos estrictos; posteriormente se agruparon de acuerdo a su longitud decreciente en cada grupo.

Así acomodados, los cromosomas se marcaron con la rueda dentada Gestner RPS 5 para facilitar la medición correspondiente a la longitud de las cromátidas, la longitud total y la región ocupada por cada banda a partir del centrómero, de tal manera que se obtuvieran las medidas tanto de posición como de extensión de éstas.

Luego se establecieron los promedios de las medidas antes señaladas y con ellos se procedió a calcular los valores de los parámetros Longitud Relativa -L.R.- (de las cromátidas, del cromosoma total y de cada banda reconocida) y con este L.R. se calcularon a su vez, la Diferencia (D.), el Índice Centromérico (I.C.) y la Proporción de Brazos (P.B.= r; relación que guardan entre -- sí los brazos corto y largo) (Conferencia de Denver, 1960; Levan, et al., -- 1964; Al-Aish, 1969).

La Longitud Relativa (R.L.) consiste en establecer la longitud de cada -- cromosoma respecto de la longitud total del complemento haploide normal que además contenga un cromosoma X. La Longitud Relativa se expresa en unidades-- por mil y para obtenerla se emplea la siguiente fórmula:

$$L.R. = \frac{p + q}{N \text{ autosomas} + X} \times (1000)$$

La proporción que guardan entre sí el brazo largo p y el corto q, es otro de los parámetros usados y cuyo cálculo se hace según la fórmula siguiente:

$$P.B.(r) = \frac{q}{p}$$

El Índice Centromérico (I.C.) se define como la relación entre la longi--

tud del brazo corto y la longitud total del cromosoma en cuestión multiplicado por mil, es decir:

$$I.C. = \frac{p}{p + q} (1000)$$

Por último, la Diferencia (D.) entre el brazo q y el brazo p, establece la posición del centrómero en el cromosoma y se obtiene de la siguiente manera:

$$D. = \frac{(P.B. - 1) 10}{(P.B. + 1)}$$

Los anteriores parámetros permiten precisar con exactitud la posición ocupada por el centrómero y a la vez clasificar sin lugar a dudas cada par cromosómico. Al comparar con la siguiente tabla de valores se obtiene la nomenclatura aplicable:

	D	P.B.	I.C.
M	0.0	1.00	50.0
m	0.5	1.05	47.5
	1.0	1.22	45.0
	1.5	1.35	42.5
	2.0	1.50	40.0
	2.5	1.67	37.5
sm	3.0	1.86	35.0
	3.5	2.08	32.5
	4.0	2.33	30.0
	4.5	2.64	27.5
	5.0	3.00	25.0
st	5.5	3.44	22.5
	6.0	4.00	20.0
	6.5	4.71	17.5
	7.0	5.67	15.0
	7.5	7.00	12.5
t	8.0	9.00	10.0
	8.5	12.33	7.5
	9.0	19.00	5.0
	9.5	39.00	2.5
T	10.0	∞	0.0

La interpretación de las letras que ocupan la columna de la izquierda (clasificación) es como sigue: M., se aplica a los cromosomas que presentan el --

centrómero en el punto medio estrictamente; m. y sm. representan los cromosomas que ostentan el centrómero en la región media y submedia respectivamente; st. y t. obedezcan el mismo criterio de región subterminal y terminal respectivamente y T. sólo aquellos que manifiestan centrómero en punto terminal estrictamente (Levan et al., 1964). Esta clasificación se simplificará en el presente trabajo de la manera siguiente: M. y m. = m; sm. y st. = sm.; t. = acrocéntrico (a.) y T. se prescindirá de él por instancias de Navashin (1916), Levitsky (1931), Darlington (1936), Rhodes (1940) y White (1940), quienes han sugerido respecto de los cromosomas monorráneos, éstos siempre presentan los brazos cortos (p) aunque su tamaño no supere el límite de resolución del microscopio, razón por la cual no es aplicable el término T. o t. sino el más adecuado de acrocéntrico (del griego akros = cima).

La simplificación de la clasificación obedezca a la propia recomendación de los autores (Levan et al., 1964) quienes sugieren la conveniencia de aprovechar la flexibilidad de su método en cuanto se aplique a roedores. Si bien es cierto que la modificación facilita el manejo de material nuevo o confuso, pierde exactitud por cuanto que la nomenclatura agrupa conjuntos moderadamente heterogéneos.

Por otro lado, la mayoría de los autores que sistemáticamente publican sobre el tema, han adoptado el criterio más o menos uniforme de esta clasificación y en consecuencia se precisa emplear la misma terminología (véase Madler y Hughes, 1966; Nadler, et al., 1968; etc.).

Finalmente, con el valor obtenido de la Longitud Relativa de los cromátidas, Longitud Relativa total y Longitud Relativa de cada banda, se estableció el Idiograma que incluye el patrón de bandas del cariotipo. También se elaboraron gráficas ilustrativas de los perfiles obtenidos de los grupos cromosómicos reconocidos. Las gráficas respetan el orden que ocuparía cada par cromosómico de acuerdo a la Longitud Relativa de éste, aunque en la tabla de valores correspondiente, el orden en el que se encuentran sea diferente. Así mismo los valores publicados para SPERMOPHILUS parotensis y SPERMOPHILUS sp. I losoma cabrerai, en el informe precedente y con los cuales se comparan los actuales, obedezcan este criterio.

La advertencia anterior aclara específicamente el manejo que se hace de los grupos estrictos sm. y st., que se manejen como uno solo smt.

RESULTADOS.

Se revisaron 662 campos mitóticos, de los cuales fueron fotografiados 90- de los mejores. la selección se basó en :

- 1). constancia en el número cromosómico;
- 2). adecuada dispersión de la figura mitótica y
- 3). nitidez de las bandas aparentes.

No hubo registro de los campos que presentaran menor o mayor número cromosómico, ya que el número diploide se ha establecido sin lugar a dudas por Uribe Alcocer, et al. (1978). Cabe aclarar que aunque se detectaron figuras - incompletas, no hubo evidencia de campos con cromosomas supernumerarios. Las ausencias se atribuyen a los efectos aleatorios del procedimiento.

Se confirmó el Número Fundamental (Mathew, 1945) y el Número Diploide de 58 y 32 respectivamente, determinado por Uribe Alcocer (op. cit.).

Se aplicó la clasificación cromosómica con los resultados siguientes:

- m. = los pares que por su L.R. ocupan los lugares 1, 3, 5, 6, 8, 10 y 14- (en gráficas orden de 1-7).
- sm. = los pares que por su L.R. ocupan los lugares 2, 4, 7, 9, 11, 12 y 13 (gráficas en orden 8-14);
- e. = el par que por su L.R. y morfología se reconoció sin duda acrocéntrico ocupa el lugar 15 (3.45% del valor de la L.R.);
- X = se reconoció metacéntrico, de tamaño intermedio en el cariotipo (7.09 % de L.R. ; en condición homocigota, se establece el patrón sexual femenino.
- Y = Cromosoma puntual, es decir, de dimensiones incommensurables y sin categoría aparente.

Las preparaciones obtenidas a partir de testículos no manifestaron bivalentes con adecuada dispersión en cantidad suficiente para un análisis confiable, por lo que no se reportó.

En la tabla 1 se exhiben los datos de Longitud Relativa del brazo p, del brazo q y de la suma de ambos. También aparecen los datos obtenidos a partir de L.R. del Índice Centromérico, Proporción de Brazos (P.B.=r.), Diferencia y clasificación de acuerdo a Levan et al., (1964) y a la modificada de éstos por Nadler y Hughes (1966) asimismo, se observan el orden decreciente de L.-R. y la longitud decreciente dentro de cada grupo nominal. (Ver notas).

La tabla 2 muestra los valores promedio de L.R. y extensión, ocupada por cada banda detectada con regularidad, constancia y definición adecuadas.

Las gráficas 1, 2, 3 y 4 muestran los perfiles de L.R. Índice Centromérico, Proporción de Brazos y Diferencia, respectivamente de SPERMOPHILUS apilo como cabral.

La gráfica 5 representa el idiograma hallado característico para SPERMOPHILUS

LUS spilosoma cabrerai y en el que también aparece el patrón de bandas G. Un gradiente de intensidad en la tinción está debidamente representado.

Las figuras 1 y 2 representan los cariotipos bandeados correspondientes a un macho y a una hembra de SPERMOPHILUS villosus cabrerai.

Notas: En las tablas 1 y 2 se emplean los siguientes símbolos + y ^, cuyo significado se define enseguida:

+ Orden de acuerdo a longitud decreciente dentro de cada grupo nominal; los metacéntricos inician la escala, luego siguen los submetatolocéntricos smt.

^ Orden de acuerdo a longitud decreciente estrictamente, es decir, este ordenamiento no refleja los grupos m., smt., a. y solo se señala el cromosoma X.

TABLA 1.

VALORES OBTENIDOS PARA LOS PARAMETROS DE LONGITUD RELATIVA (L.R.), PROPORCION DE BRAZOS (P.B.), INDICE CENTROMERICO (I.C.), DIFERENCIA (D.) Y CLASIFICACION DE ACUERDO A ESTOS VALORES. ORDENACION POR LONGITUD DECRECIENTE, (N.C.).

N.C.	L.R. p	L.R. q	L.R. p+q	I.C.	P.B.	D.	1.	2	+
1	35.9663	56.8811	92.8474	38.737	1.5815	2.2525	m	m	1
2	29.7823	51.543	81.3254	36.6211	1.7306	2.6756	sm	smt	8
3	35.2954	45.2424	80.5378	43.8246	1.2818	1.2349	m	m	2
4	28.8781	51.3388	80.217	35.9999	1.7777	2.7997	sm	smt	9
5	28.3822	47.2842	75.6665	37.5095	1.6659	2.4978	m	m	3
6	31.5909	40.5168	72.1078	43.8106	1.2825	1.2376	m	m	4
7	19.9813	45.7966	65.7779	30.3769	2.2919	3.9244	sm	smt	10
8	27.2154	37.104	64.3194	42.3138	1.3633	1.5372	m	m	5
9	14.2932	44.1922	58.4855	24.4388	3.0918	5.1121	st	smt	11
10	22.344	32.4076	54.7517	40.8096	1.4503	1.8377	m	m	6
11	15.5183	37.3082	52.8265	29.3759	2.4041	4.1247	sm	smt	12
12	13.0389	33.4577	46.4967	28.0426	2.5659	4.3913	sm	smt	13
13	10.3552	27.7113	38.0666	27.2028	2.6760	4.5593	sm	smt	14
14	13.2722	17.8227	31.095	42.6827	1.3428	1.4632	m	m	7
15		34.5079	34.5079				t	a	15
X	31.7367	39.2334	70.9701	44.7184	1.2362	1.0562	m	m	
Y			P U N	T U	A L				

Tot.

1000.00

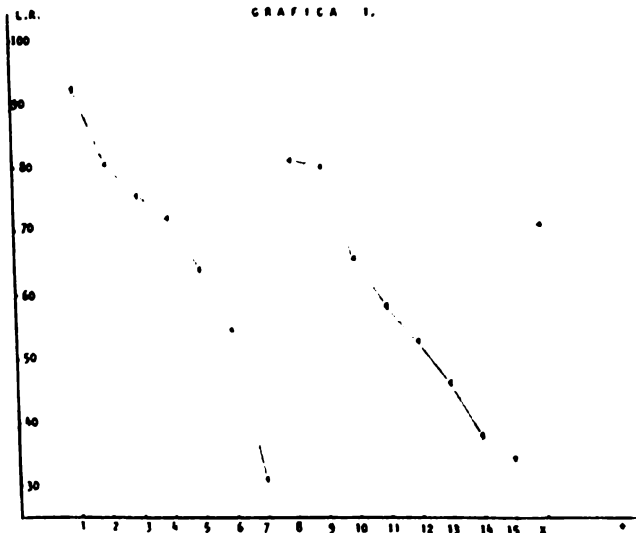
- 1 Levan, et al., (1964).
- 2 De acuerdo a la clasificaci3n modificada de Levan (op. cit.) y adoptada por Nadler y Hughes, 1966.
- 4 Orden de acuerdo a longitud decreciente dentro de cada grupo nominal; - los meta:acntricos inician la escala, luego siguen los submatelocntricos smt.

TABLA 2.

LONGITUDES RELATIVAS PROMEDIO OBTENIDAS DEL PATRON DE BANDAS G DE SPINOSUCHIL-
LUS ~~spinosuchil~~ ~~spinosuchil~~. LA PRIMERA CIFRA (SUPERIOR) CORRESPONDE A LA DISTAN-
CIA MAS CERCANA ENTRE LA BANDA Y EL CENTRO Y LA INFERIOR AL LIMITE TEORI-
NAL DE ESTA. B.p ó q-f = BANDA EN EL BRAZO p ó q Y EL NUMERO DE BANDA.

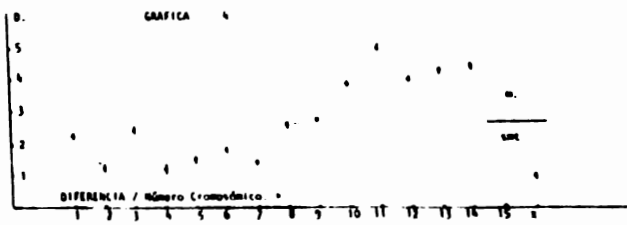
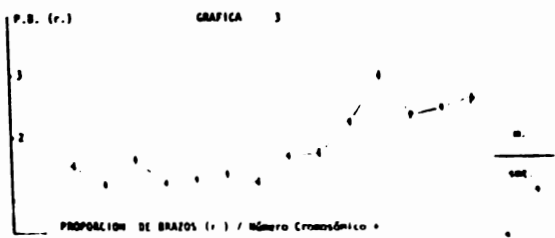
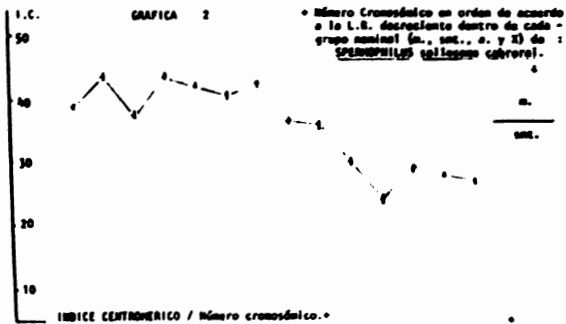
		B.p-3	B.p-2	B.p-1	B.q-1	B.q-2	B.q-3	B.q-4	B.q-5
1	1	23.3558 31.7367	12.9514 19.4271	2.5669 9.0718	2.1002 8.0965	14.5849 22.1982	28.6156 36.5206	41.742 49.0928	
8	2		11.172 20.2438	0.9626 7.6133	1.6043 6.0549	10.9386 17.0811	20.8272 26.9529	29.9282 36.6081	40.8377 48.8594
2	3		15.9267 28.9948	2.5669 13.1271	1.546 11.3178	14.7307 25.436	29.1698 41.567		
9	4	19.7479 27.0404	9.5677 17.356	0.6417 6.9132	3.2378 9.7427	13.5931 22.2857	25.3777 33.3702	36.4914 44.3381	
3	5		12.6305 20.5063	1.2834 8.7509	1.9252 10.997	14.3807 25.2027	29.374 40.6919		
4	6		14.4098 25.7569	2.4201 11.6679	3.8795 14.9057	17.3268 24.4443	27.534 35.7913		
10	7		8.8092 15.6641	0.7584 6.2715	2.2169 9.1301	11.8721 20.4188	23.5108 31.3283	34.1286 41.8003	
5	8		12.6305 21.8773	0.9626 10.0344	1.4584 14.7307	17.3268 28.9948			
11	9			0.9626 7.6424	0.6417 6.534	10.3261 18.1436	22.2857 30.1907	33.8369 39.7438	
6	10			2.3685 14.9493	3.3836 13.1264	15.2266 26.0778			
12	11			0.8021 10.2386	2.8586 12.6305	15.1974 23.2483	25.8444 33.0494		
13	12			1.4584 9.7135	1.6043 11.9887	17.2977 25.5235			
14	13			1.6918 9.4218	1.9252 10.0927	17.006 22.6649			
7	14			1.1084 9.1593	1.9252 12.0471				
15	15				4.6963 16.3642	16.3642 17.2977	17.2977 28.8052		
8				2.5523 12.1929	3.2816 12.1929	16.9476 29.1698			

GRAFICA 1.



LONGITUD RELATIVA / metacéntricos, submetatlocéntricos, acrocéntricos
(15) y Cromosoma X.

* Orden de acuerdo a L.R. decreciente dentro de cada grupo nominal: 1-7 = metacéntricos; 8-14 = submetatlocéntricos; 15 = acrocéntrico; 16 = cromosoma X metacéntrico.



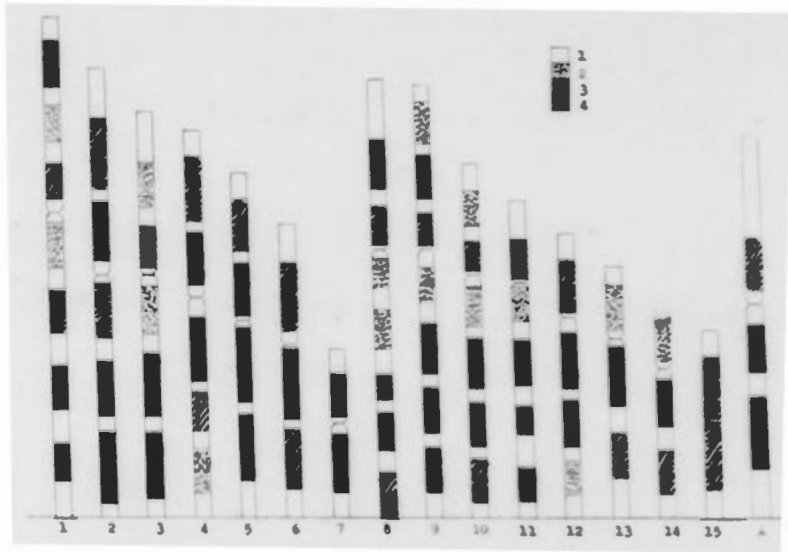
IDIOMAMA Y PATRÓN DE BARRAS E DE CORTES EN EL LENGUAJE CORTADO.

1.

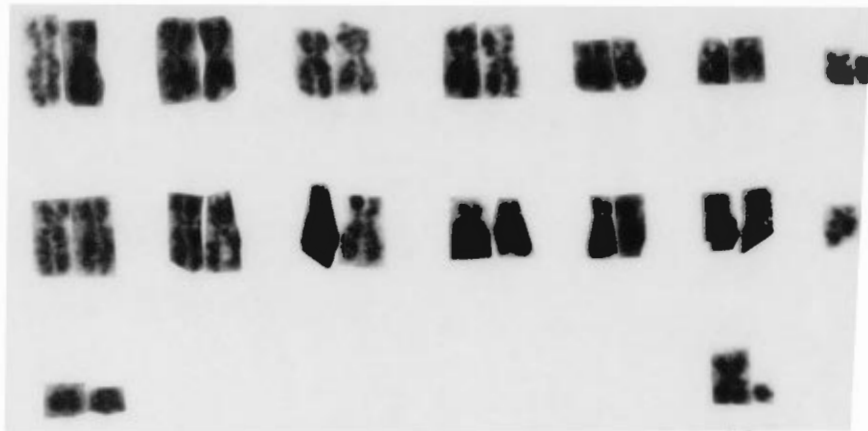
2.

3.

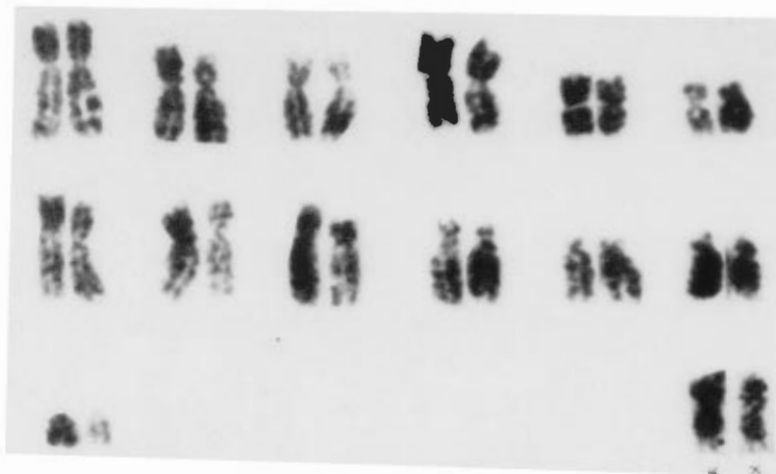
4.



CARIOTIPO DE LACHO DE SPERMOPHYTES *epilobium catenaria*.



CARIOTIPO DE HEMERA DE SPERMOPHYTES *scilloides* cabrerai.



DISCUSION:

1. Material y Métodos.

Se presenta un análisis de la metodología empleada y de los posibles factores de incertidumbre que pudieran afectar el desarrollo del trabajo.

En principio, no hubo selección dirigida en la obtención de especímenes, dado que la colecta estuvo a cargo de los habitantes de la localidad, quienes no reconocen otra especie de ardillas en las inmediaciones, que no sean las de la especie a que se refiere el presente trabajo. El manejo de los ejemplares colectados no se prolongó por un período mayor de 8 días en el laboratorio. Esto es, el procesamiento fue inmediato y no se tuvo lugar una adaptación a las condiciones de laboratorio.

Se trabajó suponiendo que las condiciones de laboratorio impiden el desgaste orgánico, el cual es menor que en condiciones silvestres y consecuentemente es desfavorable para el manejo de tejido hematopoyético, ya que se encuentra mitóticamente menos activo que el del individuo estimulado por las severas presiones contra la sobrevivencia presentes en la zona semiárida en que se colectaron.

Por lo que a las preparaciones se refiere, hubo marcada escasez de campos mitóticos en 5 de los ejemplares colectados, que fueron descartados excepto como prueba morfológica asociada al estudio citogenético. No se atribuyó a ninguna causa particular la carencia de material utilizable en dichos ejemplares, aunque puede anticiparse el manejo inadecuado del método o bien, las modificaciones químicas de las sustancias utilizadas que les hicieron perder su eficiencia.

Asimismo, se observaron diversos campos mitóticos cuyos cromosomas manifestaban diferentes etapas de condensación, lo que demostró un efecto desigual en la acción de la colchicina, aún en muestras procedentes del mismo individuo. Aunque la observación no es original, pues el efecto un tanto aleatorio del mitostático se ha descrito ya (Sasaki, M. 1961; John y Lewis, 1968), merece mencionarse como posible explicación de las diferencias observadas entre el presente informe y los precedentes sobre el mismo organismo por Uribe Alcocer (1977; 1978). Esto debe ser mencionado también para destacar la importancia del método de Bandas G.

Sasaki (1961) concluyó que en los cromosomas extraordinariamente contraídos el centrómero tiende a convertirse en mediocéntrico (transformación a metacéntricos) porque varía la proporción entre la longitud de los brazos. Asimismo, los más alargados, también tienden a contraerse más fuertemente que los cromosomas de tamaño menor, en la misma célula.

Aunque no propone una hipótesis para tal comportamiento, es posible suponer que el límite máximo de condensación está condicionado por la cantidad de cromatina capaz de empaquetarse en un espacio dado; en un cromosoma submetacéntrico (smc.) típico y en el que se aprecie un tamaño total grande (respecto al resto del complemento), si la acción del mitostático produce una tasa de condensación igual para ambos brazos cromosómicos, es obvio que la condensación máxima posible para el brazo corto, se alcanzará antes que la del brazo largo, en tanto que éste continuará condensando su material hasta la fijación celular.

Un cromosoma corto realizará esta operación en menos tiempo y al parecer, también a diferente velocidad. La explicación es aplicable también a los cromosomas acrocéntricos.

Si además, se asume que la tasa de condensación no es igual para ambos brazos (puesto que la inercia del brazo p es menor que la del brazo q, en tanto los cromosomas sean asimétricos respecto del centrómero) las proporciones de los brazos que en condiciones naturales permanecen inalterables, variarán significativamente bajo tratamiento. Por consiguiente, esto altera de manera importante la proporción entre la longitud de los brazos (r) y de la Longitud Relativa (L.R.). Un ejemplo, simple permite visualizar lo anteriormente señalado: supóngase un par de cuerdas de diferente longitud, atadas por uno de sus extremos al centro de un eje dispuesto verticalmente, al cual se enrollarán espiralmente las cuerdas por efecto de una fuerza (p. ej. el viento); - en el caso de la cuerda más corta, ésta se enrollará completamente antes que la de mayor longitud, mientras que ésta, dado su tamaño y su masa que le impiden adquirir el impulso de la cuerda corta, demorará más tiempo en su camino alrededor del eje, excepto si el viento cesara interrumpiendo el enrollamiento, de la misma forma que la fijación celular interrumpe la condensación de la cromatina.

Resulta obvio, asimismo, el efecto mencionado en el momento de ensayar las homologías cromosómicas y el cariotipo en su conjunto: si la acción de la colchicina no es uniforme en todos los cromosomas, entonces la longitud de los brazos así como del cromosoma entero, introducirán una variante no controlable que puede inducir errores en el manejo de los parámetros L.R., I.C., P.B. (r) y D. Será por tanto, necesario admitir con cautela su validez sin garantía de una muestra estadística mayor de lo que la generalidad de las veces es posible manejar.

Aunado a lo anterior y a riesgo de desvirtuar su utilidad, el bandeo proporciona un factor de incertidumbre que afecta principalmente a la clasificación cromosómica. Gormley y Ross (1972) han propuesto que la aparición de cromosomas en colapso sobre las preparaciones, es un estado ineludible en el proceso de bandeo; se caracteriza por un hinchamiento del cromosoma y porque el perfil de éste se aprecia más denso que su interior, aparentando un cuerpo en dispersión. Este aspecto no es evidente antes de iniciar el tratamiento de bandeo, se manifiesta normalmente después de incubar las preparaciones en agua destilada o en EDTA y al secar al aire (tratamientos que no se aplicaron aquí, excepto el secado al aire).

Su efecto se pone de manifiesto principalmente en aquellos cromosomas considerados telocéntricos, cuyos brazos cortos tienen mayores dimensiones que las naturales, desproporcionando la diferencia entre p y q; también alteran significativamente el aspecto de los cromosomas subtelocéntricos, los que en muchas ocasiones pueden ser considerados submetacéntricos debido a dicho cambio en las proporciones.

A diferencia de la acción de los mitostáticos, que no es posible controlar,

McKay (op. cit.) reconoció la reversibilidad de este estado (colapsado) al--reconstituir la fuerza iónica de la cromatina, adicionando cationes divalentes (Mg^{++} y Ca^{++}) a través de incubaciones en soluciones de estos elementos. Este procedimiento, explica McKay, proporciona la razón del colapso: - la cromatina se rompe por la fuerza de la tensión superficial generada cuando las preparaciones son secadas al aire; esta tensión superficial aumenta - cuando se quitan de la cromatina los cationes o los componentes dependientes de ellos.

Es posible, no obstante la desproporción de los brazos, aprovechar el hinchamiento de los cromosomas cuando aún no se manifestó el colapso (aspecto - disperso), pues se tiene una forma amplificada del cromosoma, que de ordinario, al aplicarse algún mitostático, se encontrará en forma exageradamente - contraído.

La sobrecondensación dificulta la definición adecuada de las bandas (especialmente las G) y un tratamiento amigrico produce a veces las Bandas C, o - en el mejor de los casos a Bandas G con un contraste deficiente. Si asumimos como mas probable la hipótesis de McKay (1973) al respecto de la formación de bandas, la explicación sobre los inconvenientes de la sobrecondensación - de los cromosomas por efecto del mitostático, resulta muy justificada; sin embargo, al prescindir de la colchicina se deprime considerablemente la frecuencia de mitosis. Para resolver este problema, en el presente trabajo se - limitó el tiempo de acción de la colchicina a 1 hora, que aunque fue un período breve, se presentaron cromosomas sobrecontraídos, si bien la mayoría de los bandas exhibían nitidez suficiente para su identificación. La necesidad de nitidez es la que exige cromosomas de condensación y longitud naturales, - porque de lo contrario, la falta de contraste impide un registro fotográfico operable, aún cuando la observación directa bajo el microscopio permita discriminar regiones más o menos definidas.

Desde luego, no obstante que los parámetros adolecen de cierta incertidumbre en razón de las técnicas, constituyen importantes aproximaciones a la expresión real de los cariotipos que con ellos se obtienen y también, instrumentos con los cuales se pueden manejar la información suministrada por un desarrollo técnico que no necesariamente involucra error. Además, un efecto compensatorio, especialmente al identificar cromosomas individuales, procede de la aparición de bandas porque constituyen marcadores constantes, aún cuando se manifiesten a través de condiciones técnicas diferentes (Lee, op. cit). Consecuentemente esto disminuye la importancia, pero no la suprime, que puede tener el que un par autosómico coincida sólo aproximadamente en sus dimensiones, si sus regiones bandeadas son iguales, a condición que no haya otro par con regiones semejantes.

11. Resultados:

De la gráfica 1, de Longitud Relativa, merecen comentarse tres características notables: 1) la primera y más evidente es la presencia de 7 pares de - metacéntricos y cromosomas sexuales: X, metacéntrico y Y puntual; dentro de los cromosomas metacéntricos la atención se puede centrar en el par 3, cuyo-

Índice Centromérico (gráfica 2) se ubica casi exactamente en el límite entre los metacéntricos y los submetalocéntricos (smc.) y aunque su Longitud Relativa es menor que la del par 2, la posición del centrómero está ligeramente por encima de este último.

ii) En el segundo grupo los pares 8 y 9 no son muy diferentes entre sí en cuanto a Longitud Relativa y la posición del centrómero es también muy semejante.

iii) En otro caso, el par 11, es estrictamente el único submetalocéntrico; por su Longitud Relativa se ubica entre los pares 10 y 12 y asimismo se incluye en el grupo de los smc., tal como se advirtió en los métodos seguidos en este trabajo. Por su parte el par 15 se clasificó como acrocéntrico sin duda alguna.

La recapitulación anterior permite advertir en una primera comparación, - que el patrón cariotípico de SPERMOPHILUS spilosoma cabrali se ajusta al -- propuesto por Nadler y Hughes (1966) para SPERMOPHILUS salicicola en las subespecies marginatus y canescens, mismas que constituyen precursores en la expansión de este patrón cromosómico hacia el sur de la región Neártica (Uribe Alcocer, 1978).

Una diferencia importante, sin embargo, la establecen los cromosomas X, - pues en tanto Nadler y Hughes (1966) proponen un smc. de tamaño medio, en el presente informe el mismo cromosoma se clasifica como metacéntrico de dimensiones comparables a los reportados por Nadler y Hughes.

Otra apreciación, sugiere que los cromosomas smc. propuestos en el informe de Nadler y Hughes son, como grupo, de mayor tamaño que aquéllos del grupo de los metacéntricos, mientras que en el actual trabajo se reporta una relación inversa. Como quiera que sea, no es posible comparar medidas frente al informe de estos autores, pues no las reportan. Esto implica un cierto riesgo al comparar aquéllos datos con las contribuciones al respecto, que aportan los autores nacionales sobre el subgénero y en particular sobre las subespecies de SPERMOPHILUS spilosoma. La razón fundamental para la selección de estos trabajos, estriba en la unificación del criterio citotaxonomico que se empleó en el Género SPERMOPHILUS, cuya aportación original en el -- campo, proceda de los mencionados autores y aunque no se pretende forzar la coincidencia entre los resultados actuales y los propuestos por Nadler y Hughes (1966), los de éstos se tomaron como el punto de referencia al cual se remitieron las comparaciones, así como al trabajo de Uribe Alcocer et al. -- (1979) y su primer antecedente (1977), del mismo autor.

En una segunda comparación, el cariotipo actual se confronta con el de -- SPERMOPHILUS parotensis y aquél de SPERMOPHILUS salicicola cabrali del informe original de 1977. Un cuadro correspondiente aparece en la siguiente -- página (tabla 3).

Una comparación entre SPERMOPHILUS salicicola cabrali y SPERMOPHILUS paro

TABLA 3.

COMPARACION DEL PATRON CARIOTIPICO ENTRE ALGUNAS ESPECIES DE SPERMOPHILUS villosom.,
SPERMOPHILUS perotensis, SPERMOPHILUS tridecemlineatus Y SPERMOPHILUS mexicanus.

P A R E S

	m	smt	a	X	Y	2n
<u>SPERMOPHILUS villosom cabrerai</u> Presente informe.	7	7	1	m 7.09%	Puntual.	32
<u>SPERMOPHILUS villosom cabrerai</u> Informe precedente: Uribe Alcocar, 1977.	5	9	1	m 9.80%	Puntual.	32
<u>SPERMOPHILUS perotensis</u> Ahumada Medina, 1976; Uribe Alcocar, 1977.	6	8	1	smt/m 10.0%	Puntual.	32
<u>SPERMOPHILUS villosom canes--</u> <u>cana</u> , ^a Condado Cochise, Arizona, USA.	7	7	1	smt 7%	Puntual.	32
<u>SPERMOPHILUS villosom margina</u> <u>lus</u> , ^a Condado Otero, Nuevo Mé- xico, USA.	7	7	1	smt 7%	Puntual.	32
<u>SPERMOPHILUS villosom margina</u> <u>lus</u> , ^a Condados de Lubbock, Te- xas y Eddy, Nuevo México, USA.	7	8	0	smt 7%	Puntual.	34
<u>SPERMOPHILUS tridecemlineatus</u> , ^a	8	8	0	smt 7%	smt	34
<u>SPERMOPHILUS mexicanus</u> , ^a	8	8	0	smt 7%	smt	34

^a Hadler y Hughes, 1966.

tensis es ineludible, puesto que morfológicamente presentan muchas similitudes, no obstante tratarse teóricamente de dos especies diferentes.

Bryant (1945) señaló estas semejanzas y asimismo, siendo SPERMOPHILUS parotensis la especie geográficamente más cercana a SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai, se presume que su origen a partir del subgénero Ictidomys se encuentra en la línea divergente que dio lugar a esta última y por lo tanto con un cariotipo a su vez muy semejante. Ahumada Medina (1976) y Uribe Alcocar (--- 1979), al respecto, admiten carecer de evidencia paleontológica que pruebe el paso de poblaciones entre el límite de distribución de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai (San Luis Potosí) y las regiones ocupadas actualmente por SPERMOPHILUS parotensis (Parota, Ver.; Puebla al este del eje volcánico transversal), pero asumen muy probable dicho tránsito, tras del que, las condiciones del restringido hábitat que ocupa SPERMOPHILUS parotensis, propiciaron su selección y posteriormente su adaptación como una especie potencialmente nueva dentro del subgénero.

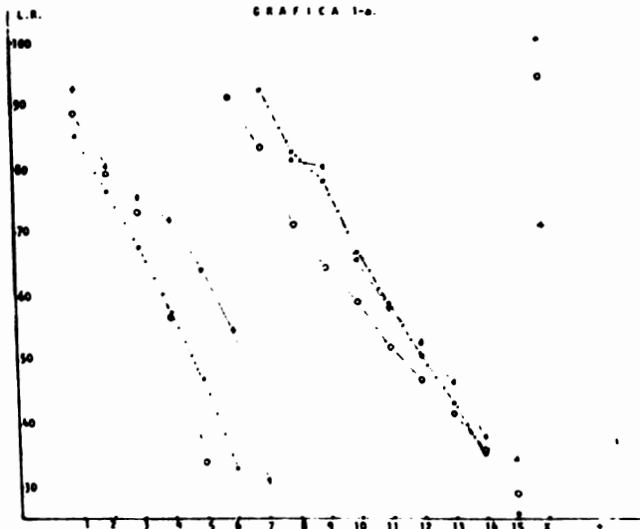
Para evaluar esta hipótesis, los datos cariotípicos suministrados por -- SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai en el presente informe, se confrontan con -- los de SPERMOPHILUS parotensis; asimismo, el informe precedente de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai de 1977 se compara con el actual. Esto proporciona una forma de verificar la validez del método citogenético tanto en la obtención de cromosomas, como del método de bandedo, puesto que considera al primer informe como una muestra testigo de la población de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai.

Al cotejar los datos de la tabla 3, son evidentes 3 cualidades comunes a los tres esquemas cariotípicos:

- i) Número diploide igual a 32,
- ii) Cromosoma Y de tipo puntual y
- iii) Par acrocéntrico en los tres informes. Además de otras características que marcan sus diferencias, principalmente el valor porcentual de la -- Longitud Relativa de sus respectivos cromosomas sexuales X y su clasificación correspondiente: SPERMOPHILUS parotensis cuyo elemento X de orden sat. y con el 10% del valor de la L.R., difiere indudablemente del mismo elemento -- en SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai (actual) cuyo orden es metacéntrico y apenas por encima del 7% del valor de L.R. Uribe Alcocar (1977) advierte, a propósito de este elemento en SPERMOPHILUS parotensis, que el valor del índice-Centromérico se encuentra casi en límite con los metacéntricos. Por su parte el elemento identificado como cromosoma X en el informe precedente de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai, aunque de orden metacéntrico manifiesta casi un 10% del valor de la L.R. Los autosomas varían en el número de elementos que pertenecen a un grupo nominal.

De otra fuente (gráfica 1-a) se aprecia respecto a la L.R., que los cromosomas metacéntricos de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai (informe actual) -- son de dimensiones mayores que sus correspondientes en SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai del informe precedente y de SPERMOPHILUS parotensis. Los cromosomas sat. de este último y de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai (informe actual)

GRAFICA 1-a.



SPINOPHILUS apilosus CAHARRA 1-7mo; 8-14mo, 15mo; Em. Inform actual.
SPINOPHILUS perisialis 1-6mo; 7-14mo, 15mo; Em/Em. Alameda Medina -
 (1976).
SPINOPHILUS trilineatus CAHARRA 1-5mo; 6-14mo, 15mo; Em. Uribe Alcocer (1977)

* Orden de acuerdo a L.R. decreciente dentro de cada grupo nominal

no parecen diferir significativamente entre sí, excepto por el par 7 (sm.).- de SPERMOPHILUS parotensis, el cual no tiene equivalente entre los sm. de - SPERMOPHILUS villosus cabrerai, antes bien, su L.R. es comparable a la del par 1 de SPERMOPHILUS villosus cabrerai, excepto por su clasificación.

Otro dato interesante que merece comentario, lo proporcionan los pares acrocéntricos de ambas especies, pues si bien su identificación es sin duda acertada, sus L.R. son diferentes. Lo mismo fue notado al comparar los pares 4, 5 y 6 de SPERMOPHILUS parotensis frente a SPERMOPHILUS villosus cabrerai, así como los pares 4 y 5 del mismo SPERMOPHILUS villosus cabrerai del trabajo precedente.

Con respecto a este último, la misma gráfica 1-a revela diferencias innegables frente a su homólogo, es decir, SPERMOPHILUS villosus cabrerai de este informe, sólo explicables a partir de los trabajos de Sasaki (1961) y -- John y Lewis (1968), mismos que ya se han comentado y que del mismo modo -- proporcionan una aparente explicación a las discrepancias anteriormente descritas en SPERMOPHILUS parotensis.

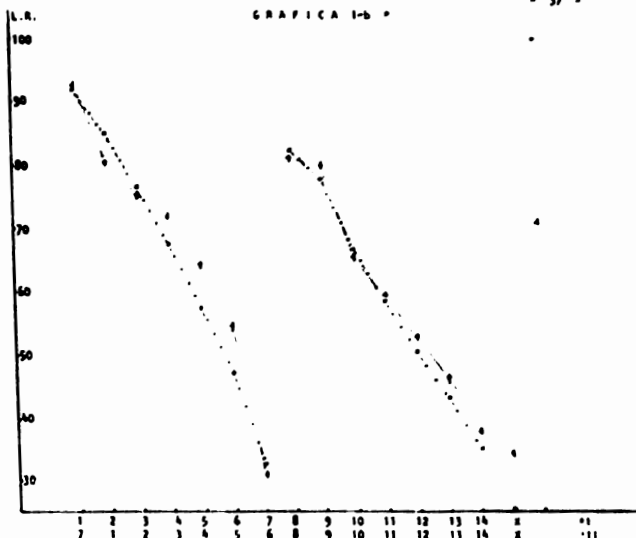
Es obvio, que de las comparaciones anteriores no es legítimo discurrir - conclusiones proporcionadas a la naturaleza del método seguido, porque si -- bien es cierto que la obtención de los cromosomas obedeció a los principios rutinarios en citogenética, se ha reconocido en repetidas ocasiones que conllevan incertidumbre. Además, se careció del término de comparación que constituyen los cariotipos bandeados de SPERMOPHILUS parotensis. Por otra parte, los cariotipos obtenidos proporcionaron datos coincidentes entre sí, lo que prueba que los factores de incertidumbre no son determinantes en la obtención de los cromosomas, aunque sí sean considerables al evaluar los cariotipos.

Cabe sin embargo, proponer ajustes que concilien tales discrepancias, apoyados en los datos de L.R. y asumiendo convencionalmente válidas las conclusiones de Hadler y Hughes (1966), de Ahumada Medina (1976) y de Uribe Alcocer (1978; 1979).

Dichos ajustes se expresan en las gráficas 1-b y 1-c referentes a SPERMOPHILUS parotensis/SPERMOPHILUS villosus cabrerai (informe actual) y SPERMOPHILUS villosus cabrerai (informe precedente)/SPERMOPHILUS villosus cabrerai (informe actual), respectivamente.

Sin la pretensión de afirmar que tales ajustes expresan fielmente la realidad, permiten al menos conjeturar una aproximación a ésta: en la gráfica 1-b el par 7 de SPERMOPHILUS parotensis se ha trasladado a la posición 1 dentro de los metacéntricos, en tanto los pares 1, 2, 3, 4, 5 y 6 ocupan ahora la posición inmediata, de manera que se obtenga el esquema 7 m., 7 sm., 1 a. X smt. y Y puntual, tal como en SPERMOPHILUS villosus.

Como se aprecia, un solo cambio permite visualizar la semejanza en el patrón cariotípico entre SPERMOPHILUS parotensis y SPERMOPHILUS villosus cabrerai; aunque sin duda es posible encontrar más de una diferencia impor-

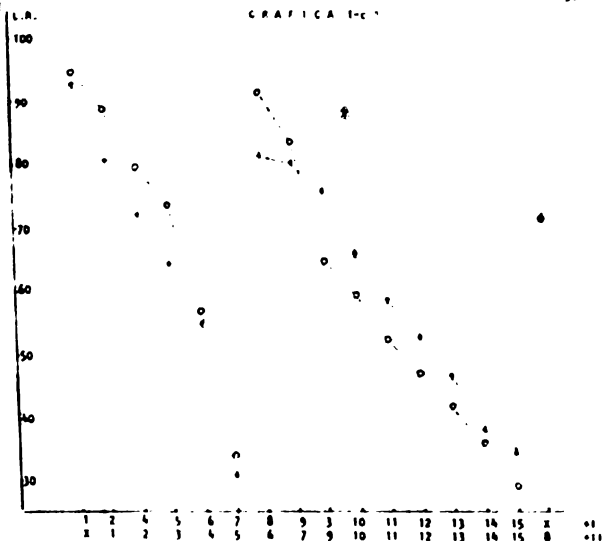


LONGITUD RELATIVA / Número Cromosómico *

- I *Spermatophilus spilosoma cabrerai* 1-7mo; 8-14mo; 15mo; 16mo. Informes actuales
 II *Spermatophilus perotensis* 7-14mo; 15mo; 16mo; 17mo; 18mo; 19mo; 20mo; 21mo; 22mo; 23mo; 24mo; 25mo; 26mo; 27mo. Alameda Medina, 1976

Véase también Gráfica 1-a

* Orden de acuerdo a L.R. decreciente dentro de cada grupo morfológico



LONGITUD RELATIVA / Número Cromosómico.

I SPERANOPHILUS pilosus Cabrera: 1, 2 y 4-7ma; 8, 9ma; 3ma/4ma; 10-14ma; 15a; 2ma. Informes actuales.

II SPERANOPHILUS pilosus Cabrera: 2, 1-5ma, 6-14ma; 15a; 8 (X)ma. Uribe-Alcocer, 1977

* Véase también Gráfica 1-b.

* Orden de acuerdo a L.R. decreciente dentro de cada grupo numérico.

te entre dichos cariotipos resultante de la técnica utilizada (vgr. el cromosoma X).

Desde luego, no es posible esperar coincidencias tan exactas en un ajuste como el anterior, como la exhibida entre los cariotipos de NEOTOMODON aistonii y NEOTOMODON aistonii parotensis, en cuyo informe respectivo Rodríguez Romero (1974), sugiere que constituyen citogenéticamente 2 razas de una misma especie. Es preciso considerar que se aplicó además de la técnica de obtención de cromosomas, el procedimiento de obtención de Bandas G en SPERMOPHILUS villosus cabrerai.

El ejemplo anteriormente señalado respecto del género NEOTOMODON, proporciona un cierto paralelo con referencia a este trabajo, lo que permite sugerir algunas conclusiones en base a los ajustes señalados.

III. Conclusiones:

SPERMOPHILUS parotensis y SPERMOPHILUS villosus cabrerai, juzgados bajo los ajustes propuestos (gráficas 1-b y 1-c), constituyen presumiblemente una pareja semiespecífica, semejante a la pareja SPERMOPHILUS tridecemlineatus / SPERMOPHILUS mexicanus (Zimmerman y Cothran, 1976) bajo el concepto definido por Mayr (1963), del que se hará referencia explícita posteriormente. Howell (1938) y Bryant (1945) proporcionan evidencia adicional en la que se basa esta presunción y también es importante señalar las coincidencias cariotípicas entre SPERMOPHILUS villosus cabrerai y SPERMOPHILUS parotensis: 2n = 32, Y puntual, par acrocéntrico y otras que probablemente se confirmen al comparar el cariotipo bandeado de SPERMOPHILUS parotensis con el respectivo de SPERMOPHILUS villosus cabrerai.

Un juicio menos riguroso admitiría que las diferencias entre los perfiles de la gráfica 1-b, permiten aceptar la hipótesis de que SPERMOPHILUS parotensis y SPERMOPHILUS villosus cabrerai no son especies diferentes sino semiespecies, dado que la separación de la primera especie de su tronco de origen más probable, que en este caso corresponde a SPERMOPHILUS villosus, no puede suponerse tan distante en el tiempo, excepto para reconocer las primeras adaptaciones secundarias al medio particular y diferente que actualmente ocupa SPERMOPHILUS parotensis. Es necesario recordar, en apoyo a lo anterior, que el subgénero Ictidomys surge a partir del subgénero Spermophilus en un período relativamente reciente como lo es el Plioceno tardío y el Pleistoceno (Black, 1963) y asimismo, Ictidomys, ha seguido un movimiento neta hacia el sur de la región Neártica (como lo ha sugerido Black, 1963, respecto al origen de los Sciurinae) conservando rasgos cariotípicos considerados muy consistentes en poblaciones que aún permanecen en el seno de la región Neártica (vgr. el par acrocéntrico), es decir, que las poblaciones de vanguardia hacia el sur y que colindan con la región Neotropical, no obstante el transcurso en el tiempo y en el espacio desde su origen, no demuestran diseños cariotípicos esencialmente nuevos. No es comprensible esperar la excepción de SPERMOPHILUS parotensis, puesto que también en ella se advierten estos ras-

gos cariotípicos.

Por otro lado, debe señalarse que las condiciones del eje volcánico transversal están constituidas por la confluencia de 2 regiones biogeográficas -- (Neártica y Neotropical), condiciones que, es preciso mencionarlo, han favorecido la selección y adaptación de las poblaciones reconocidas como SPERMOPHILUS parotensis. Sin embargo, a pesar de la barrera geográfica que representa el eje volcánico, la evidencia cariotípica no debe desestimar la posibilidad de un restablecimiento del flujo genético interpoblacional (así fuese experimentalmente) respecto de las poblaciones septentrionales al eje y -- de las cuales se presume su origen. También es cierto, que SPERMOPHILUS parotensis es la única especie monotípica dentro del subgénero; una explicación a su propósito, es que SPERMOPHILUS parotensis no ha ingresado por completo al rango de especie sino parcialmente, porque no ha manifestado radiación adaptativa al sur del eje volcánico con poblaciones que, reconociéndose filiales de SPERMOPHILUS parotensis, exhiben variación subespecífica. Una subespecie (Mayr, 1963) "la constituye un agregado de poblaciones locales de una especie, habitando una subdivisión geográfica del intervalo de la especie y diferenciando taxonómicamente de otras poblaciones de esa especie"; en otras palabras, se precisa de un centro específico de dispersión como condición a la formación de subespecie; en ausencia de éstas no se puede considerar a una población aislada como centro específico de radiación; en mayor instancia estaría si se considerase, a su vez, como parte del agregado poblacional que constituye las subespecies. Sin embargo, esta instancia tiene menos apoyo -- que aquella que se ha propuesto al principio de estas conclusiones y que -- constituye una hipótesis más adecuada respecto de SPERMOPHILUS parotensis, a saber: éste es semiespecie respecto de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai.

Las semiespecies (Mayr, 1963) "son poblaciones que han adquirido algo, pero no todo aún, de los atributos del rango de especie y constituyen casos en la frontera entre especies y subespecies". De tales atributos, se puede decir que el más importante, dada su determinancia, es el aislamiento reproductivo.

Ya se ha dicho que las subespecies ocupan subdivisiones geográficas en el intervalo de la especie, esto es, que coexisten en ámbitos más o menos adyacentes y por lo que el flujo genético no está vedado, antes bien, la distinción taxonómica en las subespecies puede no estar justificada, por cuanto -- que el concepto se confunde asimismo, con el de raza geográfica. Por su parte, la semiespecie no se constituye sin que, cuando menos, exista una evidente barrera geográfica (u otra) que impida la movilidad genética, sin perjuicio de suponer en apoyo a la hipótesis de que se trate, que tal barrera por sí sola, es insuficiente para el aislamiento reproductivo. Esto es, SPERMOPHILUS parotensis, por estar tras el eje volcánico transversal no necesariamente es incapaz de reanudar el intercambio genético entre poblaciones, porque si el aislamiento reproductivo no es total y puesto que las barreras de aislamiento pueden colapsarse ocasionalmente, entonces es posible que se origine un híbrido, resultado de cruces de individuos pertenecientes a 2 semiespecies.

La pretensión fundamental de un estudio detallado de las especies a que se refiere este trabajo sería determinar, no de quién sino el cómo y cuándo procedió la separación de las poblaciones de SPERMOPHILUS spilosoma que posteriormente han sido identificadas como SPERMOPHILUS narotensis. Tal como lo señalan Ahumada Medina (1976) y Uribe Alcocer (1979), el tránsito de las poblaciones desde San Luis Potosí hacia el este del eje volcánico transversal es probable y presupone un rastro paleontológico no encontrado aún, pero que si llegara a encontrarse se apoyaría fuertemente dicha hipótesis. Las afinidades dilogenéticas sugieren lo anteriormente propuesto.

Si, como se ha convenido, las diferencias cromosómicas encontradas básicamente se atribuyen a defectos técnicos, entonces se precisa reducir el efecto aleatorio de éstos o modificar la forma de abordar el problema para conseguir datos más confiables llegado el momento de las comparaciones; todo ello para determinar si la magnitud de las diferencias entre SPERMOPHILUS narotensis y SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai permiten afirmar una de tres premisas:

- a). SPERMOPHILUS narotensis y SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai no son especies diferentes sino semiespecies, tal como lo define Mayr (1963).
- b). SPERMOPHILUS narotensis es una variación subespecífica de SPERMOPHILUS spilosoma, en cuyo caso SPERMOPHILUS spilosoma narotensis es preferible a su posición actual, o ...
- c). SPERMOPHILUS narotensis exhibe diferencias cariotípicas (tales como patrón de bandas diferente que sugieren inversiones o traslocaciones) que justifican su actual posición dentro de Ictidomys.

Adicionalmente, como se ha señalado antes, se han intentado cruzamientos entre SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai y SPERMOPHILUS narotensis sin éxito; dichos resultados no son concluyentes respecto de la imposibilidad de tal cruce, por lo que aún es válido suponer su factibilidad.

Igualmente, la plena justificación que se hace de los ajustes de los que se han inferido las anteriores conclusiones procede de la confrontación de los datos de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai del informe precedente (Uribe Alcocer, 1977) y los proporcionados en esta Tesis. De ellos se desprende la demostración que las diferencias encontradas entre los cariotipos estudiados, no pueden ser atribuibles a procesos de especiación estrictamente, sino, se insta nuevamente, a técnicas deficientes. Caso contrario, los resultados del informe de 1977 sólo diferirían de los presentes en que éstos proporcionan un patrón de bandas, pero sin acusar cambios en la clasificación de los grupos cromosómicos o en el valor relativo asignado al cromosoma X, etc. y ésta es básicamente la importancia de haber usado datos sobre el mismo organismo en un estudio cuya aparente novedad es ofrecer un patrón de bandas.

En resumen, podemos entonces consignar las siguientes conclusiones:

- a). Las técnicas de identificación, clasificación y cuantificación de los cromosomas utilizadas en este trabajo, aunque distorsionan la información que con ellas se obtiene, permiten aproximaciones al conocimiento

to taxonómico de las especies porque no son determinantes.

- b). Gracias a la introducción del bandeo, es posible reducir los riesgos a que está expuesto el investigador cuando identifica y ensaya homologías cromosómicas y cariotípicas, porque constituye una herramienta muy útil y confiable cuando se emplea en estudios taxonómicos.
 - c). Cualquier estudio Citogenético es incompleto si no se complementa con otros criterios taxonómicos.
 - d). SPERMOPHILUS parotensis de acuerdo a datos cromosómicos y morfológicos, manifiesta una afinidad con SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai tan estrecha que permite suponer que procede de alguna población subespecífica de SPERMOPHILUS spilosoma (vgr. SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai).
 - e). Se ha estimado desacertado considerar a SPERMOPHILUS parotensis como una entidad específica diferente a la que le dio origen.
 - f). La evidencia cariotípica permite sospechar más firmemente que SPERMOPHILUS parotensis podría considerarse mejor como subespecie de SPERMOPHILUS spilosoma o semiespecie respecto de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai, ya que no se desvía en los términos convencionales y generales del patrón cariotípico de SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai cuya ubicación geográfica forma parte del ámbito de distribución de SPERMOPHILUS spilosoma.
 - g). La veracidad de los datos actuales referentes a SPERMOPHILUS spilosoma cabrerai procede directamente de la identificación individual de los miembros de cada par cromosómico gracias al patrón de bandas y -- con el cual, la obtención de los parámetros utilizados en Citogenética se expresaron de manera más objetiva.
 - h). Se señalaron los riesgos de las técnicas involucradas y las conclusiones se han propuesto bajo conocimiento de tales riesgos.
-

BIBLIOGRAFIA:

- Ahumada Medina, A. 1976. Los cromosomas de Spermophilus parotensis. Tesis -- Profesional. Fac. de Ciencias, UNAM.
- Al-Aish, M. 1969. Human Chromosome Morphology. I. Study on Normal Chromosome Characterization, Classification and Karyotyping. Can. J. Genet. Cytol. 11: 370-381.
- Alvarez, T. 1968. Redores Fósiles del Plioceno de Tequesquahu, Estado de México. Acta Zoológica Mexicana. 8: 1-9.
- Barrera, A. 1969. Notes on the Behavior of LOBEROPHILLUS trauhi, a Cucujoid-beetle Associated with the Volcano House NEOTROPICUS alstoni in México. Proc. of the Ent. Soc. Wash. 71: 481-486.
- Benirschke, K. 1969. Comparative Mammalian Cytogenetics (An International -- Conference at Dartmouth Medical School) Springer-Verlag. N.Y. USA.
- Birney, E.C. & H.H. Ganoway. 1972. Chromosomes of Spermophilus adocetus (MAMMALIA: SCIURIDAE), with Comments on the Subgeneric Affinities of -- the Species. Experientia 29: 228-229.
- Black, C.C. 1963. North American Tertiary Scuridae. Bull. Mus. Comp. Zool. 130 (3): 1-248.
- Bryant, M.D. 1945. Phylogeny of Nearctic Scuridae. Amer. Midl. Nat. 33: 257-390.
- Bush, J.L.; S.M. Case; A.C. Wilson; J.L. Patton. 1977. Rapid Speciation and Chromosomal Evolution in Mammals. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 74 (9): 3028-3946.
- Carson, H.L.; F.E. Clayton; H.D. Stalker. 1967. Karyotypic Stability and Speciation in Mammalian DIPSOSAURIA. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 57: 1288.
- Caspersson, T.; S. Farber; G.E. Foley; J. Kudinowsky; E.J. Modest; E. Simonsson; U. Wagh; L. Zech. 1968. Chemical Differentiation Along Metaphase Chromosomes. Expl. Cell. Res. 49: 219-222.
- Caspersson, T.; L. Zech; C. Johansson. 1970. Analysis of Human Metaphase -- Chromosome Set by Aid of DNA Binding Fluorescent Agents. Exp. Cell. Res. 62: 490-492.
- Caspersson, T.; G. Lomakka; L. Zech. 1971. The 24 Fluorescence Patterns of -- the Human Metaphase Chromosomes -- Distinguishing Characters and Variability. Hereditas 67: 89-102.
- Caspersson, T.; M. Multén; J. Lindsten y L. Zech. 1971. Identification of --

Chromosome Bivalents in Human Meiosis by Quinacrine Mustard Fluorescens Analysis. Hereditas 67: 147-149.

- Comings, D.E.; E. Avelino; T.A. Okada; H.E. Wyandt. 1973. The mechanism of C and G Banding of Chromosomes. Exp. Cell. Res. 77: 469-493.
- Comings, D.E. & E. Avelino. 1974. Mechanisms of Chromosome Banding. II. Evidence that the Histones are not Involved. Exp. Cell. Res. 86: 202-205.
- Cothran, G.E.; G.E. Zimmerman; C.F. Hadler. 1977. Genic Differentiation and Evolution in the Ground Squirrel Subgenus ICTIDOMYS (Genus SPERMOPHILUS). J. of Mamm. 58 (4): 610-622.
- Church, K. 1965. Replication of Heterochromatin in Mouse Mammary Epithelial Cells Grown in Vitro. Genetic 52 (4): 843.
- Chiarelli, A.B. & E. Capanna, Eds. 1973. Cytotaxonomy and Vertebrate Evolution. London, Academic Press.
- Darlington, C.D. 1936. Crossing Over and its Mechanical Relationship in CHOR TIPUS and STAUEREDERUS. J. Genet. 33: 465-500.
- De Lara Vasavilbaso, R. del R. 1977. Estudio Citogenético de la Ardilla Terrestre SPERMOPHILUS adocetus (SCIURIDAE-RODENTIA). Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. UNAM.
- Denver Study Group. 1960. A Proposed Standard System of Nomenclature of Human Mitotic Chromosomes. Denver, Colorado. Addendum I. Acta Genet. -- 10: 322-328.
- Dutrilleux, B. 1973. Nouveau Systeme de Marquage Chromosomique: Les Bandes T. Chromosoma (Berl.) 44: 396-402.
- Evans, H.J.; K.E. Buckton; A.T. Sumner. 1971. Cytological Mapping of Human - Chromosomes: Results Obtained With Quinacrine Fluorescens and Acetic Saline-Giemsa Techniques. Chromosome (Berl.) 35: 310-325.
- Ford, C.E. & J.L. Hammetton. 1956. A Colchicine, Hipotonic Citrate, Squash-Sequence for Mammalian Chromosomes. Stain Techn. 31: 247-251.
- Frey, J.P.; R.L. Neu; H.O. Powers; L.I. Gardner. 1972. Giemsa Staining of Heterochromatin Areas of Human Chromosomes for Identification. Can. J. Genet. Cytol. 14: 195-197.
- García Ray, S.Y. 1976. Estudio Citogenético en ROMEROLAGUS diazii. (LAGOMOR - PHA-LEPORIDAE). Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, UNAM.
- Gormley, T.P. & Q. Ross. 1972. Surface Topography of Human Chromosomes. Exp.

Cell. Res. 74: 585-589.

- Hall, R.E. & R.K. Nelson. 1959. The Mammals of North America. Vol. 1: 289---350. The Ronald Press Co. USA.
- Hemmerton, J.L.; P.A. Jacobs; H.P. Klinger, Eds. 1971. Conferencia de Paris: Standardization in Human Cytogenetics. Cytogenetics 11: 313-362 --- (1972).
- Hsu, T.C. 1952. Mammalian Chromosomes in Vitro. I. Karyotype of Man. J. Hered. 43: 167-172.
- Hsu, T.C.; F.E. Arrighi. 1971. Distribution of Constitutive Heterochromatin - in Mammalian Chromosomes. Chromosoma (Berl.) 34: 243-253.
- Hsu, T.C. & C.M. Pomerat. 1953. Mammalian Chromosomes in Vitro. II. A Method for Spreading the Chromosome of Cells in Tissue Culture. J. Hered. 44: 23-29.
- Hsu, T.C. & F.E. Arrighi. 1966. Chromosomal Evolution in the Genus PEROMYS - CUS (CRICETIDAE-RODENTIA). Cytogenetics 5: 355-359.
- Hsu, T.C. & F.E. Arrighi. 1968. Chromosomes of PEROMYS CUS (CRICETIDAE-RODENTIA). I. Evolutionary trend in 20 Species. Cytogenetics 7: 417-446.
- Howell, A.H. 1938. Revision of the North American Ground Squirrels, with a - Classification of the North American SCIURIDAE. North Amer. Fauna -- 56: 1-256. USA.
- Imai, H.T.; R.H. Crozier; R.W. Taylor. 1977. Evolution in Australian Ants. - Chromosoma (Berl.) 59: 341-393.
- Imai, H.T. & T. Maruyama. 1978. Karyotype Evolution by Pericentric Inversion as a Stochastic Process. J. Theor Biol 70: 253-261.
- Imai, H.T. 1978a. On Origin of Telocentric Chromosomes in Mammals. J. Theor. Biol. 71: 619-637.
- John, B. & G.M. Hewitt. 1966. Karyotype Stability and DNA Variability in the ACCIDIDAE. Chromosoma (Berl.) 20: 155-172.
- John, B. & G.M. Hewitt. 1968. Patterns and Pathways of Chromosome Evolution within the Orthoptera. Chromosoma (Berl.) 25: 40-47.
- John, B. & K.R. Lewis. 1968. The Chromosome Complement. Protoplasmatologica- 6: 1-206.
- Jones, K.W. 1979. Chromosomal and Nuclear Localization of Mouse Satellite -- DNA in Individual Cell. Nature 225: 912-915.

- Lee, Y.F.; R.A. Pfeiffer; F.E. Arrighi; T.C. Hsu. 1978. Combination of Silver and Fluorescent Staining form Metaphase Chromosomes. Brief Communications. Am. J. Genet. 30: 76-79.
- Lee, M.R. 1969. Notes on Techniques. Stain Technology 44 (3): 155-158.
- Lee, C.L.Y.; J.P. Welch; S.H.S. Lee. 1973. Banding of Human Chromosomes by - Protein Denaturation. Nature New Biol. 241: 142-143.
- Levan, A.; K. Fredge; A.A. Sandberg. 1964. Nomenclature for Centromeric Position on Chromosomes. Hereditas 52: 201-220.
- Lewitsky, G.A. 1931. The Morphology of Chromosomes. Bull. Appl. Bot. 19: 19.
- Martín, F.E. 1967. Crecimiento y Desarrollo en el Laboratorio de NEOTOMIDON-ALSTON (RODENTIA-SCIURIDAE). Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. - UNAM.
- Mathay, R. 1945. L'Evolution de la Formule Chromosomiale Chez les Vertébrés. Experientia 1: 50-75.
- Mathay, R. 1954. Un cas Nouveau de Chromosomes Sexuels Multiples dans le - Genre GERBILLUS (RODENTIA-MURIDAE-GERBILLINAE) Experientia 10: 464.
- Mathay, R. 1957. Cytologie Comparée Systematique et Phylogénie des MICROTI - NAE (RODENTIA-MURIDAE). Rev. Suisse Zool. 64: 39.
- Mathay, R. 1973. The Chromosome of Eutherian Mammals. In Cytotaxonomy and - Vertebrate Evolution. Chiarelli, A.B. & Capanna E., Eds. Academic - Press. London.
- Mayr, E. 1965. Animal Species and Evolution. Belknap Press. Harvard University. Cambridge, Mass. USA.
- Mayr, E. 1969. Species, Speciation and Chromosomes. In Comparative Mammalian Cytogenetics. Ed. Kurt Benirschke. Springer Verlag. N.Y. USA.
- Mckay, R.D.G. 1963. The Mechanism of G and C Banding in Mammalian Metaphase-Chromosomes. Chromosome (Berl.) 44: 1-14
- Mettler, L.E. & T.G. Gregg. 1972. Genética de las Poblaciones y Evolución. - UTEHA. México.
- Nadler, C.F. 1962. Chromosome Studies in Certain Subgenera of SPERMOPHILUS.- Proc. Soc. Exper. Biol. and Med. 110: 785-788.
- Nadler, C.F. 1965. Chromosomes of the Ground Squirrel SPERMOPHILUS baldingi-

and Report of an Aberrant Karyotype in a Phenotypically Normal Female. Cytogenetics 4: 37-44

- Nadler, C.F. 1966. Chromosomes and Systematics of American Ground Squirrels of the subgenus SPERMOPHILUS. J. of Mamm. 47 (4): 579-596.
- Nadler, C.F. 1966. Chromosomes of SPERMOPHILUS franklini and Taxonomy of the Ground Squirrel Genus SPERMOPHILUS. Syst. Zool. 15 (3): 199-206.
- Nadler, C.F. 1968. The Chromosomes of SPERMOPHILUS townsendi (RODENTIA-SCIURIDAE) and Report of a New Subspecies. Cytogenetics 7: 144-157.
- Nadler, C.F. 1968. The Serum Protein and Transferrins of the Ground Squirrel Subgenus SPERMOPHILUS. Comp. Biochem. Physiol. 27: 487-503.
- Nadler, C.F. & H.M. Block. 1962. The Chromosomes of Some North American Chipmunks (SCIURIDAE) Belonging to the Genera TAMIAS and EUTAMIAS. Chromosome (Berl.) 13: 1-15.
- Nadler, C.F. & E.C. Hughes. 1966. Chromosomes and Taxonomy of the Ground -- Squirrel Subgenus ICTIDOMYS. J. of Mamm. 47 (1): 46-53.
- Nadler, C.F. & E.C. Hughes. 1966. Serum Protein Electrophoresis in the Taxonomy of Some Species of the Ground Squirrel Subgenus SPERMOPHILUS. - Comp. Biochem. Physiol. 18: 639-651.
- Nadler, C.F. & A.D. Sutton. 1962. Mitotic Chromosomes of Some North American SCIURIDAE. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med. 110: 36-38.
- Nadler, C.F.; L.W. Turner; R.S. Hoffman; L. Deutsch. 1973. Chromosomes and - Giemsa-Bands of the Idaho Spotted Ground Squirrels, SPERMOPHILUS brevicaudus (Howell). Experientia 29: 893-894.
- Navashin, S.C. 1916. On Some Signs of the Internal Organization of Chromosomes. Sborn K.A. Timiriazev: 185-214.
- Ohno, S. & C. Miller. 1962. Relationship Between Large Y Chromosome and Side-by-Side Pairing of the XY. Bivalent Observed in the Chinese Hamster CRICETUS griseus. Chromosome (Berl.) 13: 106.
- Ohno, S. 1965. A Phylogenetic view of the X-Chromosome in Man. Ann. Genet. 8: 3.
- Ohno, S. 1967. Sex Chromosome and Sex Linked Genes. Monographs on Endocrinology. Vol. 1 Springer Verlag. N.Y. USA.
- Okada, T.A. & E.D. Comings. 1974. Mechanism of Chromosome Banding. III. Similarity between G-Bands of Mitotic Chromosomes and Chromomers of Mitotic Chromosomes. Chromosome (Berl.) 48: 65-71.

- Pardue, H.L. & J.G. Gall. 1970. Chromosomal Localization of Mouse Satellite-DNA. Science 168: 1356-1358.
- Rhoades, M.M. 1940. Studies of a Telocentric Chromosome in Maize with Reference to the Stability of its Centromeres. Genetics 25: 483-520.
- Robertson, W.R.B. 1916. Chromosome Studies...; J. Morphology 27: 179.
- Rodríguez Romero, F. 1974. Estudios Citogenéticos en NEOTOMODON alstoni perotensis (Merriam, 1898). Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. UNAM.
- Rodríguez Romero, F. & M. Uribe Alcocer. 1975. Estudios Citogenéticos en NEOTOMODON alstoni perotensis. Memorias del II Encuentro Nacional de Genética. Mazatlán, Sln. Fondo Cultural Banamex, Eds. pp: 300-311.
- Rodríguez Romero, F.; M. Uribe Alcocer; A. Laguarda Figueras. 1975a. Estudios Citogenéticos en NEOTOMODON alstoni perotensis. Mamm. Chrom. -- Newsl. 16: 117-119.
- Sasaki, M. 1961. Observations on the Modification in Size and Shape of Chromosomes due to Technical Procedure. Chromosome (Berl.) 11: 514-522.
- Seabright, M. 1972. The Use of Proteolytic Enzymes for the Mapping of Structural Rearrangements in the Chromosomes of Man. Chromosome (Berl.) - 36: 204-210.
- Shiraishi, Y. & T.H. Yosida. 1972. Banding Pattern Analysis Human Chromosomes by Urea Treatment Technique. Chromosome (Berl.) 32: 75-83.
- Simpson, G.G. 1961. El Sentido de la Evolución. 4a. ed. Trad. J.M. Calvelo. EUDEBA. Buenos Aires, Arg.
- Solís Wolfowitz, V. 1972. Estudios Citogenéticos en PEROMYSCUS truei del Pedregal de San Angel. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. UNAM.
- Solís Wolfowitz, V.; A. Laguarda Figueras; J. Romero Jarero; J. Paulette Vanrell. 1971. Chromosome Analysis and Meiotic Behavior of PEROMYSCUS truei gratus. An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Biol. Exp. 42: 49-54.
- Stock, A.B.; D.B. Burnham; T.C. Hsu. 1972. Giemsa Banding of Meiotic Chromosomes with Description of a Procedure for Cytological Preparations - from Solid Tissues. Cytogenetics 11: 534-539.
- Todd, M.B. 1970. Karyotyping Fissioning and Canid Phylogeny. J. Theor. Biol. 26: 445-480.
- Tjio, J.H. & J. Mearns. 1962. Chromosome Preparations of Bone Marrow Cells -- without prior In Vitro Culture or In Vivo Colchicine Administration. Stain. Techn. 37: 17-20.

- Uribe Alcocer, M. 1972. Estudios Citogenéticos en NEOTOMODON alstoni alstoni. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, UNAM.
- Uribe Alcocer, M. 1977. Estudios Citogenéticos en Algunas especies de Redores y Lagomorfos de México. Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias, UNAM.
- Uribe Alcocer, M.; A. Ahumada Medina; A. Laguarda Figueras. 1979. The Karyotype of SPERMOPHILUS macrotensis, Mamm. Chrom. Newsl. 20 (4): 139-141.
- Uribe Alcocer, M.; S.Y. García Rey; A. Laguarda Figueras. 1974a. Estudios Citogenéticos en ROMEROLAGUS diazi (Díaz). Memorias del II Encuentro Nacional de Genética. Mazatlán, Sin. Fondo Cultural Banamex, eds. pp. 288-299.
- Uribe Alcocer, M.; S.Y. García Rey; A. Laguarda Figueras. 1975. Chromosome Analysis of ROMEROLAGUS diazi (Díaz). Mamm. Chrom. Newsl. 16: 116-117.
- Uribe Alcocer, M.; A. Laguarda Figueras; J. Romero Jarero; J. Paulette Varréll; S. Scaglia de Paulette. 1973. Chromosome Analysis and Meiotic Behavior of NEOTOMODON alstoni alstoni. Mamm. Chrom. Newsl. 14: 12-13.
- Uribe Alcocer, M. et al. 1974b. Cytogenetic Analysis of NEOTOMODON alstoni alstoni. Cytologia (Tokio) 39: 437-442.
- Uribe Alcocer, M.; F. Rodríguez Romero; A. Laguarda Figueras. 1979. A new Case of Chromosomal Intraspecific Polymorphism in REITHROSPILIONUS macrotis. Mamm. Chrom. Newsl. 20 (4): 135-139.
- Uribe Alcocer, M.; F. Rodríguez Romero; R. Ruiz Cardés; A. Laguarda Figueras. 1978. The Chromosomes of SPERMOPHILUS salicicola cabrerai. Mamm. Chrom. Newsl. 19 (3): 81-83, figura en 86.
- Utakoji, T. 1972. Differential Staining Patterns of Human Chromosomes Treated with Potassium Permanganate. Nature 239: 168-169.
- Villée, C.A. 1978. Biología. 7a. ed. Trad. Dr. R. Espinosa Z. Ed. Nueva Interamericana. México.
- Wilson, A.C.; H.S. Vincent; R.L. Maxson. 1974. The Importance of Gene Rearrangement in Evolution: Evidence from Studies on Rates of Chromosomal, Protein and Anatomical Evolution. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 71 (8): 3028-3030.
- White, M.J.D. 1968. Models of Speciation. Science 159: 1065-1070.
- White, M.J.D. 1973. Animal Cytology and Evolution. 3rd. Ed. Cambridge University Press, USA.

Yunis, J.J. & O. Sfechez. 1973. G Banding and Chromosome Structure. Chromosome
99 (Berl.) 54: 15-23.

Yunis, J.J. & G.W. Yasminah. 1971. Heterochromatin, Satellite DNA and Cell-
Function. Science 174: 1200-1209.
