



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
" IZTACALA "

" ESTUDIO DE LOS CROMOSOMAS MEIOTICOS DE  
ALGUNAS ESPECIES DE LA FAMILIA ACRIDIDAE  
( ORTHOPTERA ) "

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIOLOGO

PRESENTA

RAMON CISNEROS BARRIOS

Los Reyes Iztacala, Agosto 1984.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

ESTE TRABAJO SE LLEVO A CABO EN  
EL LABORATORIO DE GENETICA DEL  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA DE LA  
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS -  
BIOLOGICAS DEL I.P.N., BAJO LA  
DIRECCION DE LA BIOL. ROSALIA -  
TORRES BEZAURY, JEFA DEL DEPTO.  
DE ZOOLOGIA DE ESTA ESCUELA.

\_\_\_\_\_ CARIÑOSAMENTE, A MIS PADRES;  
SEVERINA Y ADOLFO, POR SU  
PACIENCIA Y COMPRENSION.

\_\_\_\_\_ A ROSARIO  
" GRACIAS POR EXISTIR "

\_\_\_\_\_ A CRISTINA, CON MI AMOR  
POR ESAS PEQUEÑAS COSAS  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ A EDMUNDA, ANTONIO Y MARIA  
PORQUE ESTAN AQUI.

----- A MILI Y CHALITA, POR SER MAS  
QUE MAESTRAS; AMIGAS.

----- A ESMA, ENRIQUE, TOÑO, JOSE ANTONIO,  
RODOLFO, MARIO, LAS MUCHACHAS Y LAS  
TRIATAS ISABEL Y EDITH.

----- NOS QUEJAMOS DE LOS AMIGOS PORQUE  
EXIGIMOS MAS DE LO QUE PUEDEN DAR.

S.R.C.

## I. INTRODUCCION

La citogenética como ciencia nació aproximadamente en el año 1901, con los trabajos de Montgomery (Brown, 1972); tomó como antecedentes la citología y la genética, mismas que habían sido previamente desarrolladas por otros investigadores desde fines del siglo XVIII; además, se reforzó con la "teoría cromosómica de la herencia" propuesta primero por Boveri en 1892 y después por Sutton en 1903 (Babcock, 1950). A partir de entonces, mucho se ha discutido en torno a las aplicaciones de la citogenética en diferentes ramas de la biología. Una de estas áreas es la evolución, sin olvidar que la genética ha sido fundamental para su desarrollo; también la citogenética ha proporcionado evidencias que explican algunos de los procesos que intervienen en la formación de nuevas especies. Por lo anterior, se puede considerar que para los estudios evolutivos, son importantes los análisis citogenéticos que incluyen desde los tradicionales estudios cromosómicos de número y morfología, hasta los cambios en la estructura o en el número de los cromosomas y actualmente el bandeo de los mismos (John y Lewis, 1966; White, 1968; White, 1980).

El hombre de ciencia, en su interés por entender el universo circundante ha tratado de ordenarlo en categorías lógicas y sencillas, favoreciendo con esto que surjan ciencias encargadas de esta labor. Una de estas ciencias es la taxonomía, la cual se encarga de ordenar en diferentes categorías a todos los organismos vivos (Cain, 1970; de la Sota, 1972).

Desde los trabajos de Rayan y Linneo, la taxonomía adquirió un carácter más formal ya que ambos sentaron las bases para desarrollar una clasificación natural de las especies. En la mayoría de los casos, ubicar a un organismo en el

género y especie correspondientes no presenta ninguna dificultad, pero existen casos en los cuales las características morfológicas empleadas en la taxonomía son comunes a muchos organismos que pertenecen a especies diferentes, en estos casos - la citogenética juega un papel importante ya que puede proporcionar datos diferentes a los que emplean los taxónomos clásicos.

Es importante señalar que según Mayr, los estudios taxonómicos se pueden dividir en tres niveles diferentes llamados alfa, beta y gamma; el primer nivel es la taxonomía clásica encargada de ubicar a un organismo en un género y especie; el segundo nivel estudia la relación interespecífica y en el último los problemas de la variación intraespecífica, la diversidad orgánica y sus causas (Mayr, 1969). White (1970) sugiere que el cariotipo de una especie, tiene un valor taxonómico análogo al que podría tener la descripción morfológica de cualquier estructura u órgano que ayude a ubicarlo en la especie o género correspondiente; en caso de que el estudio citogenético ayude a esclarecer algún problema interespecífico o intraespecífico, se llega a los niveles taxonómicos beta y gamma (White, 1970; de la Sota, 1972 op. cit.).

Cuando la taxonomía emplea los recursos de la citogenética para resolver problemas, se habla de citotaxonomía, cuya principal arma son los cariotipos, que describen la morfología, tamaño y número cromosómico, estos datos se toman -- principalmente de metafases mitóticas de varios ejemplares de una misma especie; ya que el cariotipo puede ser una característica que diferencie una especie o un género de otros, se usa en algunos casos como complemento de las claves de identi-

ficación para algunas especies, como la propuesta para dos géneros de roedores, por Hsu para Peromyscus y por Patton para Perognathus (Chiarelli, 1973).

Después de que Bridges en 1934 esclareció el significado de las bandas de los cromosomas gigantes de dípteros - asociándolas con genes (Garner, 1975), empezó una corriente de investigaciones enfocadas a elaborar mapas de estos cromosomas, el primero de los mapas fue el de Drosophila melanogaster; este tipo de trabajos se hizo para otras especies del mismo género; aunados a los trabajos cariológicos, los mapeos cromosómicos proveen de más información acerca de los modos de especiación animal (John y Lewis, 1966 op. cit.; ----- Dobzhansky, 1980).

Es necesario señalar, que si bien los cariotipos y los mapas cromosómicos han apoyado a los estudios sobre especiación, las investigaciones que involucran el análisis de la meiosis también son importantes, ya que a partir de estas se pueden obtener desde listas de números cromosómicos hasta evidencias reales de los mecanismos cromosómicos de la variabilidad intraespecífica e interespecífica. Si consideramos que -- una de las fuentes de variabilidad hereditaria está representada por las mutaciones cromosómicas del genoma de un organismo y que estas pueden afectar los procesos meióticos, es conveniente continuar con los estudios citogenéticos acerca de -- la meiosis.

Las mutaciones pueden clasificarse en mutaciones génicas y mutaciones cromosómicas; las primeras involucran a -- uno o varios genes de un cromosoma, si el cambio resulta en -- pérdida de bases del DNA se habla de una "delección", en caso

contrario cuando aumenta la cantidad de material genético se habla de una inserción; y por último cuando sólo se cambian algunas bases por otras, se llaman sustituciones; en todos estos casos el efecto deletéreo de la mutación depende del sitio donde ocurra el cambio, pero estas mutaciones pueden no tener efecto inmediato o mediato, por la condición heterocigótica del organismo, la naturaleza degenerada del código genético o la redundancia de algunos genes; tales factores ayudan a enmascarar las mutaciones génicas en un organismo (Dobzhansky, 1980). Para el estudio de las mismas se requieren técnicas de genética molecular; las mutaciones génicas son la fuente de variación más importante y participan en forma activa en el proceso evolutivo de las especies.

Las mutaciones o aberraciones cromosómicas también pueden afectar la evolución de una especie, éstas son uno de los principales objetos de estudio de la citogenética. De acuerdo con Dobzhansky (1980 op. cit.) los cambios cromosómicos pueden agruparse en:

a) Cambios en el número de cromosomas.

Translocaciones robertsonianas, aneuploidías y poliploidías.

b) Cambios en la estructura de los cromosomas.

Pérdidas, duplicaciones, inversiones y translocaciones.

Todos los casos anteriores se pueden detectar mediante estudios citogenéticos, principalmente en los estudios de meiosis. Un estudio citogenético comienza generalmente, con la determinación del número cromosómico de la especie en estudio, ya que a partir de él se establece el cariotipo, y

es posible detectar los cambios cromosómicos que pudiera presentar. Brown (1970 op. cit.).

En vista de que el número cromosómico de una especie tiene mucho valor como punto de partida para cualquier estudio citogenético posterior, varios autores han recopilado trabajos de este tipo con el objeto de que halla disponibles listas de números cromosómicos; entre las que se tienen para animales están las de Matthey (1949); Makino (1951) y Chiarelli (1975); la lista de Makino es la más completa, sin embargo por el tiempo que tiene la publicación resulta no actualizada.

Los objetivos del presente trabajo son:

Presentar los números cromosómicos de algunas especies de ortópteros de la familia Acrididae, con base en el análisis de sus figuras meióticas, y

Contribuir a una de las líneas de investigación citogenética que se realizan en el Laboratorio de Genética del Departamento de Zoología de la E.N.C.B..

El hecho de proporcionar una lista de números cromosómicos de ortópteros mexicanos, permite continuar acumulando información sobre estas especies; información que puede ser utilizada para establecer posteriormente el cariotipo y los patrones de bandeo cromosómico, que en conjunto proporcionan los elementos necesarios para ubicar en la especie correspondiente a los organismos problemáticos o bien para la elaboración del esquema filogenético de este grupo de especies.

## II. METODOLOGIA

La colecta del material biológico se hizo en los ce rros y barrancas cercanas al pueblo de Malinalco, municipio - de Malinalco Edo. de México, en los meses de octubre y noviem bre de 1982; la captura de los organismos se hizo mediante -- una red entomológica y en cada caso se anotaron los datos de campo necesarios, para la identificación del material, ----- (Little, 1972).

Los organismos capturados se fijaron en líquido de Farmer (mezcla de alcohol etílico y ácido glacial, en proporción volumétrica de 3:1), aproximadamente 24 hrs., después de lo cual se guardaron en alcohol al 70%, hasta el momento de - hacer el estudio citológico.

En el laboratorio se procedió a separar los organis mos capturados en grupos morfológicamente afines en frascos - debidamente etiquetados; un par de organismos de cada grupo - fueron montados y secados para su identificación taxonómica. La identificación fue hecha por el Dr. Carlos Márquez Mayau-- dón especialista en ortópteros del Instituto de Biología de - la U.N.A.M..

A los organismos restantes se les extrajeron las go nadas, de la manera siguiente. Se practicó un corte longitu-- dinal muy fino en la región dorsal del abdomen del organismo, tratando de abarcar desde el primer segmento hasta el último sin causar daño a los órganos internos, con una aguja se ex-- trajeron las gónadas y se limpiaron de los restos de tejido - que las rodeaban, esta operación se hizo sobre un portaobje-- tos con unas gotas de alcohol al 70% y se almacenaron en fras-- quitos con el mismo alcohol.

Solo se trabajo con las gónadas de los machos, ya -

que las hembras se encontraban en un estado de madurez avanzado y los ovarios sólo contenían óvulos maduros. Las figuras meióticas de los cromosomas se obtuvieron mediante la técnica de macerado y prensado de la gónada (squash), en carmín acético de Snneider, con las modificaciones introducidas por Belling (1926), la técnica es la siguiente:

Se desprenden de uno a tres túbulos de la masa testicular, se colocan en un portaobjetos y se maceran en una solución de ácido acético al 30% mediante una aguja de disección quemada y despulida; se quitan los restos más grandes y se agrega una gota de carmín acético, después se coloca el cubreobjetos y se invierte la preparación sobre un papel filtro para ejercer presión sobre ella con el dedo pulgar, al terminar se procede a observar la preparación al microscopio de contraste de fases.

En caso de que la preparación haya quedado sobreteñida, se puede decolorar mediante ácido acético al 45%, el cual se hace penetrar por capilaridad entre el portaobjetos y el cubreobjetos, se calienta suavemente la preparación y se vuelve a ejercer presión sobre ella. Las preparaciones que contengan figuras claras, se conservan en una cámara húmeda de ácido acético al 30% y se hacen permanentes mediante un proceso de deshidratación que consiste en pasar las preparaciones en tres mezclas de alcohol y ácido acético en proporción volumétrica 1:1, 3:1 y 9:1 respectivamente y por último en alcohol etílico absoluto. La preparación que se va a hacer permanente se deja en la primer mezcla hasta que el cubreobjetos se desprenda del portaobjetos por gravedad, al ocurrir esto, se transfieren ambos a las siguientes mezclas por

un tiempo aproximado de un minuto en cada una, al final se --  
montan por separado el portaobjetos y el cubreobjetos con bál  
samo de Canadá, se obtienen dos preparaciones que se ponen a  
secar en una estufa.

Las observaciones se hicieron en un microscopio mar  
ca Carl Zeizz, modelo standard 18, armado con equipo de con--  
traste de fases a 400 diámetros de aumento; las figuras meió-  
ticas más representativas se fotografiaron en un fotomicroscopi  
o marca Reichert modelo Polivar a 400 aumentos de diámetros  
de aumento total.

### III. RESULTADOS

En este trabajo se comunican los números cromosómicos de cuatro especies de ortópteros pertenecientes a la familia Acrididae, los ejemplares se colectaron en los alrededores de Malinalco, Edo. de México.

Para determinar el número cromosómico de cada especie se analizaron las divisiones espermatogénicas de las gónadas de los individuos, el número se estableció, como el número modal resultante de la cuenta de cien células en diferentes fases de la meiosis; a continuación se proporcionan los datos obtenidos para cada una de las especies estudiadas.

#### 1.- Sphenarium rugosum Bruner. (Pyrgomorphinae)

De esta especie se colectaron un total de veinticinco organismos adultos de los cuales dieciocho eran machos; se determinó que el número cromosómico de esta especie es  $2n=19$  en los machos, pero en vista de que sólo se observaron espermatoцитos, primarios en su mayoría, éstos muestran nueve pares de cromosomas somáticos y un cromosoma sexual X monovalente, de tal manera que la fórmula cromosómica de la especie es:  $9^{II} + XO$ .

Para demostrar lo anterior se describe brevemente el proceso meiótico, del cual se ilustran las principales etapas de las divisiones celulares.

La figura 1 corresponde al primer estadio de la profase I, el leptoteno, en él los cromosomas se encuentran en forma de filamentos muy alargados, sin un orden definido, con regiones conspicuas más teñidas llamadas cromómeros, que se asocian con el proceso de espiralización y condensación de la cromatina, el cromosoma sexual se distingue del resto

del material porque se observa con los bordes regulares de -- tal manera que parece un filamento más grueso y teñido, en re lación en el resto de los cromosomas.

Las figuras 2 y 3 muestran el último estadio de la profase I llamada diacinesis, los cromosomas se observan sepa rados uno o dos puntos de quiasma; los bivalentes se distin-- guen del cromosoma sexual porque éste está más condensado, -- por lo que su tinsión es diferente (heteropicnosis) al resto de los pares somáticos.

El estadio de metafase I se muestra en la cuarta y quinta figuras, en la primera de ellas los bivalentes están - en el ecuador de la célula unidos al huso por medio del cen-- trómero; el cromosoma X se destaca por su posición fuera del ecuador del meiocito; la otra figura es una metafase I en vis ta polar, los pares cromosómicos se observan claramente y se distinguen del cromosoma sexual por su condición bivalente.

La figura 6 ilustra una anafase I muy avanzada, ya que los cromosomas se encuentran casi en los polos de la célu la, en uno de ellos se cuentan nueve monovalentes y en el --- otro diez, este grupo cromosómico es el portador del cromoso-- ma sexual, que en esta figura no puede distinguirse de los -- cromosomas somáticos.

De la meiosis II, sólo se ilustra la anafase ya que los otros estadios fueron poco frecuentes y no muy claros. La figura 7 corresponde a una anafase II donde disyuntaron nueve monovalentes y ahora se observan nueve cromátidas en cada polo de meiocito secundario. En cambio el espermatocito secunda rio de la figura 8 tiene diez cromátidas en cada polo, lo que indica la presencia del cromosoma X y comprueba que el meca--

nismo de determinación sexual es XO.

2.- Syrbula montezuma montezuma Sauss. (Acridinae).

De esta especie no se encontraron hembras los doce ejemplares capturados eran machos, se encontró que el número cromosómico en éstos es  $2n=23$ . Al analizar los espermatoцитos primarios se observaron once pares de cromosomas bivalentes y un monovalente X, la fórmula cromosómica para esta especie -- es:  $11^{II} + XO$ .

Se ilustran los resultados hallados para esta especie con seis fotografías de algunas fases del proceso meiótico.

En el paquiteno, tercer estadio de la profase I, -- los cromosomas homólogos se encuentran apareados mediante el complejo sinaptonémico formando bivalentes que en la figura 9 centrose con claridad; de éstos se distingue el cromosoma --- sexual, monovalente y más condensado que el resto de los bivalentes.

Las figuras 10 y 11 corresponden a metafases I bastante avanzadas, en la primera de ellas un par pequeño de autosomas ya empieza a disyuntar y sólo en la segunda figura se puede observar bien el cromosoma sexual heteropicnótico con respecto a los demás.

La figura 12 ilustra tres anafases I, comienza a -- congelarse en los polos y no resulta fácil contarlos, esto sólo es posible al observar con el microscopio a 1250 diámetros de aumento.

La figura 13 muestra una anafase I un poco más avanzada que las de la ilustración anterior y, además, una telofa

se I donde es posible observar el inicio de la citocinesis.

Se encontraron figuras somáticas claras como la de la figura 14, donde se observa una metafase mitotica en vista polar, esta figura proviene de alguna célula espermatoginal y confirma el número diploide propuesto para la especie con base en las figuras meióticas. El cromosoma sexual no presenta ninguna heteropicnosis con respecto a los autosomas y no se puede identificar.

### 3.- Melanoplus mexicanus mexicanus Sauss. (Cyrtacanthacrinae).

Se colectaron treinta ejemplares de la especie mencionada, de los cuales dieciocho eran machos. Se estableció que el número cromosómico de esta especie es de  $2n=23$ , a partir de los 11 pares de autosomas y el cromosoma sexual X, observados en los espermatoцитos primarios.

La meiosis de esta especie se ilustra con cuatro figuras de la primera división meiótica y dos de la segunda, -- que a continuación se describen.

La figura 15 muestra un diploteno avanzado en el cual es obvia la condición doble de todos los pares autosómicos, en contraste con la monovalente del cromosoma sexual, -- éste último es heteropignótico por el mayor grado de condensación que alcanza con respecto a los cromosomas somáticos.

La diacinesis típica muestra los once pares de autosomas y el cromosoma X de la dotación de esta especie. El cromosoma sexual se muestra monovalente y heteropignótico, es notorio en ambas figuras.

En la metafase I los cromosomas alcanzan su máxima espiralización, en la figura 18 se observa que la fórmula cro

mosómica es:  $11^{II} + X0$ .

La metafase II de la figura 19 se observa en vista polar, de los dos cromosomas de ésta, once son autosomas y -- uno corresponde al cromosoma sexual, aunque éste no se distingue de los restantes.

La figura 20 es una anafase II con once cromátidas en un polo celular y once en el otro, esto significa que no -- está presente el cromosoma sexual.

#### 4.- Taeneopoda stali Bruner. (Cyrtacanthacrinae).

De esta especie se colectaron 10 organismos, 7 ma-- chos y 3 hembras; sólo se utilizó el material gonádico de los machos para elaborar las preparaciones, el número cromosómico de esta especie es  $2n=23$  en los machos, este resultado con--- cuerda con lo postulado anteriormente para esta especie.

En vista de lo anterior, en este caso se muestran -- sólo tres etapas de la meiosis, puesto que resultan las más -- importantes, la diacinesis y la metafase I para contar el nú-- mero de cromosomas; y la anafase I para comprobar el mecanis-- mo de determinación sexual.

Tanto en la figura 21 como en la 22 se observan los pares cromosómicos en diacinesis, la primera de ellas muestra claramente el cromosoma sexual más condensado que los pares -- de autosomas, en ambas figuras se cuentan once pares bivalen-- tes y el X monovalente.

En las metafases I, se observa claramente la espiralización cromosómica con respecto a la etapa anterior, tres -- pares de la dotación han empezado a disyuntar, son mucho más pequeños que los otros ocho; el cromosoma sexual no se dife--

rencia fácilmente de los autosomas.

La anafase I, representada por las figuras 25 y 26, son del mismo meiocito, pero se hizo en esta forma porque los dos polos tienen distinto plano focal, en el polo superior se cuentan once autosomas y en el inferior doce, es decir, once monovalentes más el cromosoma X.

#### IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo se comunica por primera vez el número cromosómico de tres especies de ortópteros de la familia Acrididae: Sphenarium rugosum, Syrbula montezuma y Melanoplus mexicanus mexicanus; se confirmó además el número cromosómico de Taeniopoda stali. Estas cuatro especies pertenecen a tres subfamilias diferentes, a pesar de lo cual las tres últimas presentan el mismo número cromosómico que concuerda con el número básico  $2n=23$  en los machos, propuesto para la familia Acrididae (White, 1969); y la primera especie, Sphenarium rugosum, tiene un número diploide de  $2n=19$  en machos, que difiere del citado número básico. (Pérez, 1980)

Es necesario señalar que los rearrreglos cromosómicos que juegan un papel importante en la evolución de una especie, son aquéllos que promueven una nueva relación espacial en los cromosomas (John y Hewitt, 1968); en el caso de Sphenarium rugosum, con  $2n=19$ , esta reducción del número cromosómico puede estar causada por dos fusiones céntricas o translocaciones robertsonianas (White op. cit.), mecanismo que es común en muchos grupos de ortópteros (White, 1974; White, 1957). Para explicar la reducción del número de Sphenarium rugosum de 23 a 19 cromosomas tendrían que haber ocurrido dos translocaciones robertsonianas homocigóticas, es decir, la fusión de cuatro pares cromosómicos acrocéntricos o telocéntricos en dos elementos metacéntricos y dos fragmentos o cromosomas supernumerarios (John y Hewitt op. cit.).

El objetivo de este trabajo no era la elaboración del cariotipo, sino el de la determinación del número cromosómico, por lo tanto no se tienen datos exactos de la morfología cromosómica de la especie, que al parecer en su dotación

no hay la presencia de los dos pares de metacéntricos que apoyarían la hipótesis propuesta para la reducción del número cromosómico. Debe tomarse en cuenta también que de haberse originado dichos metacéntricos pueden haber sufrido cambios en su morfología a causa de inversiones pericéntricas desiguales.

Así, los cambios estructurales producidos por fusiones céntricas de los cromosomas, muchas veces se llegan a estabilizar sobre todo si son homocigóticas, y se vuelven normales en algunos organismos, a tal grado que pueden llegar a sustituir la antigua fórmula cromosómica de la especie; un modo de confirmar la existencia de este fenómeno es el análisis de la mitosis y la comparación del número fundamental, o sea de la cantidad de brazos largos de los cromosomas en metafases somáticas.

Otro punto de interés en este estudio, lo constituye el mecanismo de determinación sexual; las cuatro especies poseen la misma fórmula XO para identificar a los machos y se supone que ésta es XX para las hembras, aunque esta mecánica no es exclusiva de los insectos es en ellos en los que más se ha estudiado. En el caso de los ortópteros la forma de determinación sexual XO, XX se considera un carácter primitivo de las especies que los poseen (John y Hewitt, 1968; Sáez y Mosqueira, 1964; Mesa y R. de Mesa, 1967), ya que a partir de éste, se ha descubierto que se origina la modalidad neo XY, neo XX y otros mecanismos complejos de determinación sexual presentes en algunas especies (White, 1967).

La identificación de cualquiera de los dos mecanismos de determinación sexual es fácil de detectar estudiando -

la profase de la primera división meiótica ya que en ella, el comportamiento del o los cromosomas sexuales es distinto del que exhiben los autosomas; en los primeros el carácter heteroplenctico y su rapidez de condensación los hacen claramente distinguibles. Generalmente estas características son exclusivas de la profase I de la meiosis, la cual por ser tan prolongada incrementa las posibilidades de observación.

El análisis meiótico puede revelar en algunas ocasiones los sucesos que han ocurrido en los cromosomas o que están ocurriendo en ellos (Nankivell, 1967; Gosálvez y García Lapuente, 1981); en nuestro caso particular el análisis meiótico de las especies estudiadas no revela anomalía alguna en ninguna de las fases y tampoco se encuentran cromosomas supernumerarios; este es un motivo que nos hace suponer que la probable reducción cromosómica de Sphenarium rugosum ocurrió hace mucho tiempo y que este número cromosómico ya se ha establecido normalmente en la especie. Con relación a las especies restantes, el hecho de mantener el número básico de cromosomas  $2n=23$  referido para esta familia presupondría una cierta estabilidad cromosómica que se reflejaría en el cariotipo de éstas; en este punto las opiniones no siempre son iguales, mientras que White (1970) apoya esta teoría, John y Hewitt (1966) con base en el análisis de la cantidad de DNA contra la estabilidad del cariotipo, encuentran variaciones en el contenido de ácidos nucleicos a pesar de la constancia del número cromosómico; y postulan que es muy aventurada la suposición del mencionado autor, porque además, hay especies con un número cromosómico menor al número básico, con mayor cantidad de DNA que aquéllas que mantienen dicho número y del

cual en teoría han descendido.

De acuerdo con las evidencias anteriores se pueden elaborar las siguientes conclusiones:

El estudio de los cromosomas en la meiosis permite obtener el número cromosómico de una especie, así como el mecanismo de determinación sexual que presenta.

Esta misma clase de estudios, ayudan a entender la ruta de evolución cromosómica que siguen las especies, sobre todo si se efectúan durante el inicio de los cambios cromosómicos, cuando aun no se han establecido completamente.

Los estudios cromosómicos meióticos y mitóticos son complementarios pero no concluyentes y deben ser ampliados -- con estudios más finos que aporten otros datos, para elaborar teorías más cercanas a la realidad de un fenómeno.

Por último es necesario hacer hincapié en el hecho de que éste trabajo es el juicio de un estudio de mayor alcance y que algunas de las discusiones hechas deben ser tomadas con el tacto necesario, hasta contar con más información sobre las mismas.

## V. RESUMEN

Se estudiaron los cromosomas meióticos de cuatro - especies de ortopteros de la familia Acrididae, con base en éste se determinó el número cromosómico de cada una, así como el mecanismo de determinación sexual que poseen.

Por otra parte, se analizó el comportamiento de los cromosomas durante la meiosis, sin encontrar ninguna anomalía que nos indique la presencia de rearrreglos cromosómicos en estas especies.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Babcock, D. E. 1950. The development of fundamental concepts -  
in the science of genetics. American Genetic ---  
Association. Washington D. C.
- Belling, J. 1926. The iron aceto carmin method of fixin and -  
staining chromosomes. Biol. Bull. 50:160-162.
- Brown, V. W. 1972. Textbook of Cytogenetics. C. V. Mosby ---  
Company. Saint Louis. pp. 1 - 6, 135 - 147.
- Cain, A. J. 1970. Las Especies Animales y su Evolución. Edit.  
Labor. México.
- Chiarelli, A. B. y E. Capanna. 1973. Cytotaxonomy and ---  
Vertebrate Evolution. Academic Press. New York.
- De la Sota, E. R. 1972. La Taxonomía y la Revolución en las -  
Ciencias Biológicas. Monografías de la D. E. A. --  
Washington D. C.
- Dobzhansky, T. 1980. Evolución. Omega. España.
- Garner, E. J. 1975. Genetics. John Willey & Sons. New York.
- John, B. y Lewis, K. R. 1966. Chromosome variability and ---  
Geographic distribution in insects. Science ---  
152: 711-721.
- Little, V. A. 1972. General and Applied Entomology. Harper &  
Row. New York.
- Makino, S. 1951. An Atlas of the Chromosome Numbers in ---  
Animals. Iowa State College Press. Iowa. U.S.A.
- Mattey, R. 1949. Evolution chromosomique et speciation. ---  
Experientia 20:1-9.
- Mayr, E. 1969. Principles of Systematic Zoology. McGraw Hill.  
New York.
- Pérez, E. A. 1980. Espermatogénesis, espermateliosis y cario-  
tipo en Taeniopoda stalli Bruner. Tesis Profesio---  
nal. E.N.C.B. I.P.N.

- White, M. J. D. 1957. Some general problems of chromosompl --  
Evolution and speciation in animals. In Survey of --  
Biological Progress. Vol. III. Bertley Glass ----  
Editor. Academic Press. New York.
- White, M. J. D. 1968. Karyotypes and nuclear size in the ---  
Spermatogenesis of grasshoppers belonging to the --  
subfamilies Gomphomastacinae, Chininae and ----  
Biroellinae (Orthoptera, Eumastacidae). Caryologia  
21:167-179.
- White, M. D. J. 1970. The value of cytology in taxonomic ---  
research on Orthoptera. Proc. Int. Study Conf. ----  
Current and Future Problems of Acridology. London,  
1970. pp. 27-33.
- White, M. D. J. 1980. Modes of speciation in orthopteroid ---  
insects. Boll. Zool. 47:83-94.







