

INVESTIGACIONES

SOBRE

LOS CROMOSOMAS DE ALGUNOS ORTÓPTEROS DE LA AMÉRICA DEL SUR

I

NÚMERO Y ORGANIZACIÓN DE LOS COMPLEJOS EN CUATRO GÉNEROS DE ACRIDIOS

POR FRANCISCO ALBERTO SAEZ

I. Introducción. — II. Material y métodos. — III. Observaciones : 1. *Schistocerca paranensis* : a) Los cromosomas en el espermatozocito primero ; b) El cromosoma accesorio ; c) Los cromosomas en el espermatozocito segundo ; d) Homólogos heteromórficos. 2. *Elaeochora viridicata* : a) Espermatozocito primero ; b) Espermatozocito segundo. 3. *Diedronotus discoideus*. 4. *Chromacris miles*. — IV. Discusión de los resultados : 1. La constancia de la individualidad y el criterio de indentificación : a) Las relaciones numéricas de los cromosomas ; b) La forma de los cromosomas ; c) Las relaciones del tamaño ; d) Comportamiento ; e) Cromosomas diferenciales. 2. Las mitosis de maduración y la unidad del proceso meiótico. — V. Conclusiones. — VI. Bibliografía.

I

Introducción

El grupo de los ortópteros, y en modo especial la familia *Acrididae*, representan un material excelente para el estudio citológico de sus células sexuales, por la admirable claridad y nitidez de sus imágenes. Esto ha motivado que hayan sido muchos los autores que se han ocupado de ellos.

Desde los primeros trabajos de Bütschli (1871) y de Carnoy (1885) hasta la fecha, la literatura se ha enriquecido notablemente y hoy constituye, sin duda alguna, uno de los grupos más investigados y mejor conocidos de los muchos que existen en la escala zoológica en lo referente al comportamiento, forma, tamaño, estructura y número de sus cromosomas.

De las numerosas investigaciones realizadas, destácase el hecho de singular importancia teórica de que, en la familia *Acrididae* y particu-

larmente en las tres subfamilias *Acridinae*, *Oedipodinae* y *Truxalinae*, existe en la mayoría de las especies estudiadas el número diploide de 23 cromosomas en el macho y 24 en la hembra. No solamente el número presenta esta uniformidad, sino que también la forma, tamaño, comportamiento, estructura y organización interna de los cromosomas, mantienen una perfecta constancia en cada especie, que en algunos casos la poseen los géneros y aun el grupo mismo.

Un impulso considerable en estos estudios fué dado a partir del año 1900, en que se inició un plan concreto de investigaciones por McClung y sus discípulos, cuyas publicaciones han contribuído a esclarecer importantes problemas citológicos, dando sólido fundamento a las modernas concepciones sobre variación, herencia y evolución de los organismos.

De las 800 especies repartidas en 100 géneros de la familia *Acrididae*, que se encuentran en América del norte, la mayor parte han sido estudiados por dicho sabio y su escuela. Estos estudios se han extendido también a Méjico y algunas islas del norte de Sud América. Asimismo en Europa, otros autores han obtenido las mismas cifras.

El objeto del presente trabajo, al que seguirán después algunos otros, es dar a conocer la condición de los cromosomas en los acridios de la América del sur, ya que hasta el momento no se tenía ningún dato citológico sobre estos insectos de nuestro continente.

Dejo constancia de mi agradecimiento al señor director del Museo de La Plata, doctor Luis María Torres, por las facilidades que me ha otorgado para la publicación del presente trabajo.

II

Material y métodos

El material que nos ha servido para esta investigación fué recolectado en distintas épocas, y forma parte de nuestra colección de diferentes grupos de ortópteros recogidos para su estudio citológico. Cuatro especies correspondientes a cuatro géneros de la subfamilia *Acridinae* ocupan el presente trabajo: *Schistocerca paranensis* Burm., *Elaeochlora viridicata* Serv., *Diedronotus discoideus* Serv., y *Chromacris miles* Drury. Todos ellos son comunes y proceden de lugares distintos excepto *Chromacris* y *Elaeochlora* que fueron hallados en el mismo sitio muy a menudo.

El material de *Schistocerca*, procedente de las provincias del norte argentino, Catamarca y Santiago del Estero, nos fué enviado en abundancia, en jaulas, durante el mes de marzo de 1926, todos en estado adulto.

Elaeochlora y *Chromacris* fueron recogidos en las inmediaciones de La Plata (República Argentina) y en el Uruguay en los meses de febrero, marzo y abril de 1926, 27 y 28.

Unos cuantos individuos del género *Diedronotus* fueron hallados en el mes de enero en la República del Uruguay, en los alrededores de Montevideo.

Para su determinación hemos tenido en cuenta las colecciones existentes en los museos de La Plata y Buenos Aires. Todos los animales fueron muertos, con xilol y cloroformo indistintamente al principio, después se hizo uso exclusivo del xilol para este fin.

La técnica empleada para la preparación de las gónadas de estos insectos ha sido objeto de un trabajo nuestro (Saez, 1927), donde hemos descrito y discutido en detalle todas las experiencias realizadas con el fin de controlar una serie de variantes introducidas en las mezclas fijadoras preconizadas por Ezra Allen (1916), Oguma y Kihara (1923), como así también en los procedimientos de Hermann, Benda y Flemming, adicionadas con algunos cristales de urea y empleadas a distintas temperaturas. Como método de tinción, hemos usado ventajosamente la hematoxilina (Grübler) férrica según Heidenhain y el método de la zafraína y violeta de genciana de Hermann algo modificado. Los cortes de 10μ son los que han resultado mejores. La inclusión fué hecha en parafina previa deshidratación lenta seguida de aceites de anilina y cedro.

Con el fin de obtener células con su juego de cromosomas completo, nos hemos valido de algunas preparaciones hechas con carmín acético férrico por medio de la variante introducida por nosotros al proceder de Belling y que hemos descrito oportunamente (1929). También hemos confeccionado frotos de gónadas que coloreamos con la hematoxilina férrica o según el método descrito por Gelei (1921). Este último procedimiento no nos ha resultado de eficacia para el estudio de los complejos metafásicos. Se ha procedido a fijar las gónadas de ambos sexos, casi todas correspondientes a insectos adultos.

III

Observaciones

El estudio está basado en el comportamiento de los cromosomas durante la espermatogénesis.

Describiremos los cromosomas de la espermatogonia, espermatozoides primero y segundo, durante las metafases y anafases, es decir, en el estado de máxima condensación de la cromatina, con objeto de estudiar su número y disposición en el huso acromático, así como las relaciones de forma y tamaño en este período.

No obstante ser de suma importancia el conocimiento de la historia completa de todos los cromosomas del complejo a través de los distin-

tos estados celulares, hemos omitido la descripción de los fenómenos de la profase meiótica, estudio que será realizado más adelante.

1. SCHISTOCERCA PARANENSIS

Una vista polar en el momento de la metafase espermatogonial y en un corte que haya mantenido enteros a todos los elementos del complejo, muestra claramente (lám. I, fig. 1) la existencia de 23 cromosomas extendidos, formando un ángulo recto con el eje del huso. Todos los cromosomas, excepto los seis pequeños que se hallan en el centro del huso, se encuentran ordenados radialmente en la placa ecuatorial y con el punto de inserción de la fibra en el extremo proximal al huso acromático. Esta parte del cromosoma se encuentra afilada en punta contrariamente a su extremidad distal que es, por lo general, roma.

Los cromosomas de esta especie, por consiguiente, pertenecen con toda evidencia al tipo *Hippiscus* de McClung (1914), o telomítico, como lo ha designado Carothers (1917), en virtud de que la fibra del huso se inserta en el extremo terminal del cromosoma.

Un examen atento revela al complejo estar compuesto por una doble serie de elementos, constituida por once pares y un cromosoma desprovisto de su homólogo y por tanto impar (lám. VI, fig. 31).

Los pares de cromosomas homólogos varían gradualmente en su tamaño que, ordenados en serie ascendente se encuentran distribuidos en tres pares de cromosomas pequeños, cinco pares medianos que forman una serie de tamaño muy semejante, tres pares grandes, sobre todo el último que es más largo que los dos que le preceden, y por fin existe un elemento impar que es evidentemente el cromosoma accesorio (lám. VI, fig. 31).

Casi siempre es dado observar la diferencia de comportamiento del cromosoma accesorio en lo referente al grado de condensación de la cromatina y su capacidad de tinción con respecto a los demás autosomas. Cuando todos estos elementos tienen sus contornos bien definidos, con la cromatina compacta y homogénea, el accesorio exhibe en cambio sus contornos borrosos, irregulares, tiñéndose menos y presentando un aspecto granuloso en toda su masa (lám. I, fig. 1).

Al iniciarse la ascensión polar anafásica, los cromosomas, que en la metafase mostraban con claridad su hendimiento longitudinal, comienzan a separarse por su extremo proximal, es decir, por el punto donde se encuentra inserta la fibra del huso, y se alejan luego describiendo cada cromosoma hijo, un ángulo cuyo vértice se halla en el extremo distal del elemento, hasta que paulatinamente se separan las dos mitades para continuar en este momento la ascensión hacia los polos.

a) *Los cromosomas en el espermatocito I*

Después de la última telofase gonial, los cromosomas del espermatocito primero entran en una larga profase meiótica, para llegar luego a constituir las formas características de las tetradas diacinélicas que aparecen nitidamente en sus aspectos típicos de cruces, anillos, o de 8, V, I, etc., conocidas y descritas por los autores que se han ocupado del estudio de este período en los ortópteros. Durante esta última etapa, las tetradas van perdiendo poco a poco el aspecto granular, difuso en su tránsito hacia la metafase, debido a una concentración de la substancia cromática que paulatinamente torna al cromosoma en un elemento sensiblemente acortado, compacto, que se tiñe con avidez en toda su masa. En esta especie la diacinesis se realiza con bastante rapidez a juzgar por la poca abundancia de estados transitorios; es éste un rápido movimiento centrípeto de la cromatina, tal como lo hace notar McClung (1927 a) en su trabajo sobre *Mecostethus*.

Los estados que siguen muestran ya, en nuestras preparaciones, a los cromosomas constituidos en la metafase I donde resulta difícil diferenciar las cuatro cromátidas, debido a la homogeneidad de la masa cromática.

Durante la metafase se distinguen las formas y tamaños diferentes de las tetradas del complejo. Por su tamaño, la seriación de los elementos no se aparta de la hallada en la espermatogonia, pues aparecen las mismas relaciones que en los 11 pares de la generación celular anterior (lám. VI, figs. 32 y 33). No obstante, es menester examinar un gran número de células para convencerse de la similitud en la seriación de los tamaños, ya que resulta dificultosa la comparación, puesto que hay variación de tamaño en los mismos elementos según se miren los cromosomas en ángulos diferentes.

En cuanto a la forma de las tetradas, cuidadosamente examinadas en distintos ángulos, en vistas polares, de frente, de perfil y oblicuamente, podemos decir, que existe una marcada tendencia a la formación de cromosomas anulares, que es el tipo predominante en esta especie (lám. I, fig. 6).

Hay también elementos en forma de cruz, de V y de bastones, sobre todo en las tres tetradas más pequeñas, que siempre tienen esta última forma. Hemos hallado en un mismo individuo células en que existían hasta 7 cromosomas anulares y otras en que se forman 5 y aun menos anillos. Esta variabilidad en la forma de los cromosomas del espermatocito ha sido hallada también en algunas especies de ortópteros por otros autores. De este punto nos ocuparemos en la discusión de los resultados.

En *Schistocerca paranensis* el complejo del espermatocito primero se compone generalmente (lám. I, fig. 6) de un cromosoma anular grande,

tres anillos algo más pequeños que van disminuyendo en tamaño, cuatro elementos intermedios de forma anular los mayores y de V los pequeños, tres tetradas, las menores del complejo que siempre tienen forma de bastón; y, por último, el cromosoma accesorio, que es una diada más larga con relación a los demás autosomas y que constantemente tiene forma de bastón recto (lám. VI, figs. 31 y 32).

La existencia de tipos distintos de tetradas halladas en *Schistocerca* responde en un todo a lo que se ha observado en los acridios en general. El tipo más simple que hallamos es el cromosoma en forma de bastón, que suele estar representado por los cromosomas más pequeños del complejo. Observados éstos en vista polar, se presentan como pequeñas esferas que, miradas de perfil, tienen el aspecto de bastoncitos, con la fibra inserta en sus extremos. Aparecen también de cuando en cuando elementos en forma de cruz, los cuales denotan ya claramente su constitución durante la diacinesis. Estas tetradas cruciformes durante el transcurso de la metafase, se ven solamente desde uno de los lados y cuando el cromosoma puede mostrar sus cuatro ramas perpendiculares, cosa que es posible observar cuando se le mira de frente (en face). Estas formas representan un estado intermedio en el movimiento de las cromátidas tanto sea en la profase como durante la metafase, según lo ha demostrado McClung (1914).

Los cromosomas en forma de V no son comunes en esta especie, pero se encuentran a veces. Pueden confundirse con los elementos cruciformes, sobre todo si la observación se efectúa desde el eje del huso. Los elementos en forma de V se identifican claramente en las vistas polares de la placa ecuatorial y son, mirados así, inconfundibles (lám. VI, fig. 32, cromosoma 6). Están constituidos por dos ramas hendidas longitudinalmente cada una de ellas y que al principio han estado unidas paralelamente, habiendo después sus extremos distales realizado una divergencia en el mismo plano de la fisura longitudinal, permaneciendo en cambio unidos por el punto donde se inserta la fibra del huso, es decir, por su extremo proximal, de manera que el vértice de la V se encuentra dirigido hacia el huso. En este punto se forman unas prominencias perpendiculares al plano ecuatorial, prominencias éstas que no son otra cosa que los extremos proximales de la tetrada, que se acentúan a medida que la mitosis progresa, alargándose en sentido paralelo con respecto al eje del huso, de manera que cada fibra tira para su polo correspondiente a cada una de estas ramas.

Las tetradas anulares son en esta especie los elementos más comunes y los que tienen mayor interés. McClung (1914), refiriéndose a los cromosomas en forma de anillo, dice que siempre los ha considerado de gran importancia. El tipo de este elemento en *Schistocerca* no deja lugar a dudas en nuestras preparaciones, y pertenece con toda evidencia al

clásico anillo ecuatorial o telomítico, caracterizado por la mayoría de los investigadores en el grupo de los ortópteros. La historia de este elemento ha sido descrita, aunque no siempre interpretada con la debida claridad por los autores.

En esencia consta la tetrada anular de dos cromosomas homólogos unidos por sus lados y que después se separan en el centro, quedando adheridos por ambos extremos y formando el anillo propiamente dicho, de tal manera que cada cromosoma constituiría la mitad del anillo. Los extremos antes mencionados se encuentran formados por dos suturas transversales alojadas en puntos opuestos y apartados a 180° . En una de las suturas, la proximal, se inserta la fibra del huso y en este punto se nota que sobresalen lateralmente al anillo, haciendo prominencia hacia cada uno de los polos del huso, unas pequeñas ramas producidas por una flexión perpendicular al plano longitudinal del anillo.

El cromosoma anular durante la metafase se encuentra situado de tal manera que sólo es visible en su forma característica desde uno de los polos, lo cual significa que el elemento descansa en toda su extensión longitudinal sobre el plano de la placa ecuatorial (lám. I, fig. 6). El punto de inserción de la fibra del huso, como lo hemos dicho, está colocado en la parte interna, proximal, del anillo y cuando miramos a éste lateralmente, sólo podemos percibir un bastón extendido sobre el plano ecuatorial cuyos extremos proximales se han flexionado constituyendo dos ramas: una hacia abajo y otra hacia arriba, más o menos cortas, y perpendiculares a este plano, o mejor dicho, paralelas al eje del huso. Estos brazos son las prominencias que sólo están visibles en planos de enfoque, inferiores o superiores al plano en que se encuentra el anillo cuando lo observamos desde uno de los polos.

En cambio si podemos observar al cromosoma anular en face, se nos presenta entonces en forma de cruz, debido a que se tiene de frente la sutura transversal. En este caso, los brazos verticales de la cruz corresponden a los puntos de inserción de la fibra que se han doblado formando las prominencias, siendo los otros brazos perpendiculares a éstos, las partes constitutivas o mitades del anillo.

En esta posición resulta muy difícil ver los dos hendimientos perpendiculares que eran muy claros durante la diacinesis y que correspondían a los dos planos de división de las cromátidas. Mirados los cromosomas anulares de frente y aun lateralmente, no es posible diferenciarlos de los otros elementos del complejo (lám. II, fig. 7), tales como las tetradas cruciformes y las en forma de V, puesto que en este caso, estos tres tipos se presentan del mismo modo, confundándose entre sí, es decir, todos exhiben forma de cruz.

Es indudable el estrecho parentesco que existe entre el elemento en

forma de V y el anular : tienen el mismo origen, como veremos al discutir este punto.

Muchas veces hemos constatado que el anillo se cierra simplemente en su extremidad distal, fusionándose las partes yuxtapuestas. No siempre, sin embargo, se presentan en esta disposición, sino que aparecen en este punto unas prominencias semejantes a las que hemos descrito anteriormente, correspondientes al extremo proximal del anillo. Estas formas de anillo se presentan entonces mostrando, en sus puntos de sutura sendas prominencias perpendiculares al plano del anillo (lám. VI, fig. 32, cromosomas 7, 8, 9, 10 y 12). Suele acontecer que las ramas prominentes distales, sean tan largas o más que las proximales y entonces hay tendencia a la formación de un segundo anillo por fusión de estas ramas. Tiene lugar tal disposición en los cromosomas mayores del complejo que siempre forman anillos con ramas distales largas que sobresalen perpendicularmente al plano ecuatorial (lám. VI, fig. 32, elemento 12). Si se forma un segundo anillo, que es cosa probable, aunque no siempre ocurre, se encuentra éste en continuidad con el primero en situación perpendicular. Durante la diacinesis hemos visto claramente cromosomas anulares dobles, y algunos con tendencia a una formación triple; pero estos elementos, en la metafase, no son fáciles de identificar. En oposición a las tetradas grandes, las pequeñas, anulares comúnmente por tener sus ramas cortas, no alcanzan a producir prominencias distales (lám. VI, fig. 32, cromosomas 4 y 5 y fig. 33, cromosomas 8 y 9). En estos elementos pequeños el anillo se cierra, quedando la superficie correspondiente a los extremos distales perfectamente continua y lisa; otras veces se percibe en este mismo punto una incompleta fusión de las ramas laterales del elemento anular.

También es curioso observar a menudo, que aun tratándose de elementos grandes, suelen presentarse con sus ramas distales unidas sin formar las prominencias que por regla general exhiben las letradas anulares grandes. La lámina VI de la figura 33, nos ofrece en el cromosoma 12, un ejemplo de lo dicho.

Al iniciarse la anafase las tetradas que en esta especie son todas telomíticas, comienzan a separarse por sus extremidades proximales. Las cromátidas de los cromosomas en forma de bastón efectúan un movimiento de deslizamiento por el plano ecuatorial y poco a poco se invierten los ejes, quedando en sentido vertical y juntas las cromátidas que antes se hallaban colocadas horizontalmente sobre el plano ecuatorial. Durante la mitad de la anafase, las cromátidas constitutivas de las diadas que ascienden hacia los polos, experimentan una pequeña divergencia tomando la forma de V, o de U con el vértice dirigido hacia los polos (lám. II, fig. 7).

Los cromosomas en forma de V también inician el movimiento ascen-

dente por el punto donde se encuentra inserta la fibra del huso, y en el transcurso de la anafase se puede ver claramente, cómo las ramas de la V se van acortando en el plano horizontal, mientras que las prominencias perpendiculares a este plano se alargan hasta que se dividen, separándose las diadas (que son dos V superpuestas) en su marcha polar, al principio formando bastones más o menos compactos, sin hendimiento longitudinal perceptible, pero muy pronto las diadas toman la forma de simple V o de U, lo mismo que cuando se trataba de la separación de los cromosomas en bastón, aunque de mayor tamaño (lám. II, fig. 7).

Las tetradas cruciformes experimentan un movimiento muy semejante a los cromosomas anteriores, puesto que también aquí ocurre un deslizamiento longitudinal de las cromátidas que componen los brazos horizontales de la cruz, de tal modo que a medida que la mitosis progresa, se van acortando dichos brazos, mientras se alargan los verticales, hasta que se separan las diadas componentes de la tetrada, alejándose en su ascensión polar en forma de V.

Los cromosomas anulares efectúan el movimiento anafásico separándose por el punto donde se encuentra inserta la fibra del huso y es precisamente en este movimiento donde es posible apreciar que el elemento estaba constituido por dos anillos superpuestos, es decir, un anillo hendido a través de toda su longitud cuyas mitades son las que se separan. Son, pues, estas mitades longitudinales las que se dirigen a cada uno de los polos (lám. II, figs. 7 y 8). La abertura del anillo va estrechándose mientras las prolongaciones laterales se hacen más pronunciadas en sentido vertical en su migración hacia los polos. La división final del cromosoma anular nos muestra cómo se separan las diadas tomando la forma de V o de U cuyas ramas representan una cuarta parte del anillo metafásico, repitiéndose aquí lo mismo que habíamos mencionado en la disyunción anafásica de los otros cromosomas del grupo.

Ya muy cerca de los polos, los cromosomas anafásicos persisten en sus formas y contornos característicos, teniendo aspecto de U o de V, con sus ramas algunas veces muy próximas y con los extremos distales algo ensanchados (lám. II, fig. 8).

b) *El cromosoma accesorio*

El cromosoma accesorio en *Schistocerca paranensis* se evidencia con suma claridad ya desde los primeros estados celulares; y lo que resalta de inmediato al observarse con poco aumento el corte longitudinal de un folículo, es el aspecto característico del accesorio sobre todo en las generaciones celulares correspondientes a la profase meiótica antes del período diacinéptico. Con la zafranina se tiñe intensamente en rojo en los estados tempranos de la profase, mostrándose en forma

condensada como una mancha basófila pegada contra la membrana nuclear, tomando al principio un aspecto piriforme, que luego se torna, durante la diacinesis, en forma de bastón recto, compacto, por el acortamiento progresivo, perfectamente diferenciable de los otros cromosomas del grupo. Algunas veces hallamos en la diacinesis un elemento compacto en forma de U, pero con sus ramas más juntas, que ha sido considerado por otros como el accesorio y es posible que se trate de este cromosoma.

Este elemento realiza en forma sintética la historia de los demás autosomas, adelantándose siempre cronológicamente en su comportamiento a sus compañeros del complejo.

Durante la metafase su aspecto es más semejante y se confunden con el de los eucromosomas, pues aquí todos los elementos de la célula son homogéneos y nítidamente discernibles. Sin embargo, casi siempre los contornos del accesorio se presentan algo rugosos cuando se les observa con atención (lám. II, figs. 6 y 7).

En una vista polar resulta a veces dificultoso distinguir al cromosoma accesorio, puesto que casi siempre la cuchilla del micrófono lo corta transversalmente, apareciendo entonces como uno de los elementos pequeños del grupo, es decir, con aspecto de una pequeña esfera (lám. VI, fig. 33, cromosoma 11). No obstante, como se puede ver en la lámina VI, figura 32, cromosoma 11 y lámina I, figura 6, a veces, aunque no muy a menudo, se presenta en casi toda su extensión en virtud de su colocación oblicua con respecto al eje del huso, insertándose siempre en su periferia.

Pero donde mejor se diferencia su comportamiento, es cuando se mira la metafase lateralmente, y es de este modo cuando distinguimos con claridad que su posición es paralela al huso y ligeramente oblicua al eje de éste. Visto de esta manera aparece en toda su extensión generalmente no muy distanciado de los demás eucromosomas, sobre todo al iniciarse la metafase.

Otras veces, y cuando las tetradas van separándose al final de la metafase, o al comienzo de la anafase, el accesorio se halla más lejos de los otros cromosomas, a media distancia del plano ecuatorial y el polo del huso acromático, viéndosele en estos casos con su extremidad distal en posición excéntrica a dicho eje (lám. II, fig. 7).

Es el único elemento que, contrariamente a todos los demás de la célula, lleva inserta la fibra del huso en uno solo de sus extremos, yendo durante la mitosis y pasando, por tanto, indiviso a uno de los polos. Al principio de la anafase suele observarse, aunque muy rara vez, un hendidamiento longitudinal en el accesorio que se hace más evidente en estados posteriores. En el transcurso de la anafase, resulta ya muy difícil, en nuestros preparados, diferenciar al cromosoma accesorio, pues aquí,

mitad y fin de la anafase, todos los cromosomas afectan la forma de una V o de una U, y estando, como es natural, entre ellos el accesorio, no es identificable, a pesar de ser uno de los mayores del complejo.

c) Los cromosomas en el espermatocono II

Si en las generaciones celulares correspondientes a la primera mitosis de maduración se ponían en evidencia las relaciones de tamaño, coincidentes en un todo con las series halladas en los pares espermatoconiales, en esta segunda mitosis es cuando, con mayor claridad y menos difícilmente, se comprueba una perfecta correspondencia de las series encontradas en la espermatoconia (lám. VI, figs. 34, 35 y 36).

Muy rápido debe ser el paso de la telofase primera a la metafase del espermatocono segundo, pues es raro hallar células durante el período de interinesis.

Una metafase observada desde uno de los polos, y cuando los cromosomas se encuentran extendidos paralelamente al eje del huso acromático, nos proporciona con indiscutible nitidez la constitución del complejo. Las diadas del espermatocono aparecen en sus mismas relaciones de tamaño y forma en la placa ecuatorial de la segunda división meiótica. Todos los elementos son telomíticos y bastoniformes y se encuentran colocados radialmente en la placa ecuatorial. Nos recuerda de inmediato el mismo arreglo y distribución de los elementos que en la mitosis espermatoconial, sólo que hay diferencia en los espermatoconos segundos, pues el número de cromosomas es la mitad del hallado en las generaciones goniales (lám. IV, figs. 21 y 22).

Ordenados por su tamaño y en serie ascendente, consta el complejo de tres cromosomas pequeños, cinco intermedios de tamaño ligeramente creciente, tres más grandes y uno de mayor longitud que todos los demás del grupo, existiendo una relación similar a la descrita en los pares espermatoconiales (lám. VI, figs. 34, 35 y 36).

La metafase, vista de lado, demuestra que los cromosomas están divididos longitudinalmente, siendo marcada la separación de las dos cromátidas que se hallan en superposición; y es tan pronunciada que, a veces, las cromátidas han efectuado una divergencia en sus extremos distales permaneciendo unidas sólo en el punto de inserción del huso, es decir, en su extremo proximal. Llega este movimiento a exagerarse tanto en ciertas ocasiones, que en algunas diadas que se hallan situadas en el centro de la placa, las cromátidas, sólo unidas en el punto de inserción, se encuentran con sus extremos libres alejadas de tal modo, que miradas lateralmente aparecen como un largo bastón formado por las dos cromátidas en continuidad. (lám. IV, fig. 22). McClung (1914) ha observado lo mismo en algunas células.

La anafase se inicia con la separación, por el extremo interno, de las cromátidas, que se alejan a los polos como simples bastones o mónadas. El huso acromático es muy visible durante la anafase y telofase, sobre todo en las preparaciones teñidas con el picroíndigo carmín de Cajal, que hemos usado ventajosamente como colorante de contraste. En el comienzo de la telofase, los contornos de los cromosomas se mantienen perfectamente nítidos y todos los elementos son atraídos y se agrupan uniéndose en los polos por sus extremos proximales.

Estados posteriores se observan en cistos que presentan a las espermatidas con un resto fusorial en el citosoma y el núcleo con la cromatina dispersada. Sólo en algunas células persiste un elemento compacto y homogéneo que se tiñe bien y que es posible se trate del cromosoma accesorio.

El cromosoma accesorio se comporta en la segunda mitosis como todos los demás elementos del complejo. Se presenta en la mitad de los espermatoцитos en virtud de su desigual distribución en la mitosis primera, no siendo difícil hallar metafases del espermatoцитo segundo con once y doce cromosomas. Las relaciones de tamaño no se interrumpen por el hecho de que falte el accesorio en las células con once cromosomas, pues se trata del elemento de mayor tamaño.

d) Homólogos heteromórficos

La inspección de numerosas mitosis del espermatoцитo primero, observadas lateralmente, no nos ha revelado la presencia de tetradás desiguales en esta especie, tal como las ha descrito Hartman (1913) en algunos pequeños cromosomas de *Schistocerca*.

2. ELAEOCHLORA VIRIDICATA

Las células de esta especie son de mayor tamaño que las de *Schistocerca paranensis*, presentando clarísimas imágenes de los cromosomas en sus distintos ciclos. Mucho nos ha costado hallar células espermatoгонiales en que fuesen visibles todos los elementos del complejo en posición extendida y adecuada, como para efectuar relaciones de tamaño.

En la figura 2, que es una de las pocas placas que más favorablemente nos ha servido para el estudio de las series, se encuentran los 23 cromosomas dispuestos radialmente en el plano ecuatorial. Todos los elementos tienen su punto de inserción en el extremo proximal, siendo por tanto telomíticos y del tipo *Hippiscus*. Los cromosomas, en el momento de la metafase, están divididos longitudinalmente, como lo demuestra con claridad la figura 3.

El cromosoma accesorio se diferencia bien de los eucromosomas por

presentar sus contornos, así como también su estructura, un tanto difusa y de aspecto granular, exhibiendo el clivaje con toda nitidez a través de toda su longitud (fig. 3).

La figura 2 no deja lugar a dudas sobre los tamaños variables del complejo y ofrece cierta dificultad poder ordenar los elementos por pares homólogos, en virtud de que algunos cromosomas se encuentran situados oblicuamente con relación al plano ecuatorial. En esta situación presentan un visible acortamiento, a pesar de haber sido dibujados siguiendo los distintos niveles de enfoque.

Los pares goniales ordenados en serie de tamaño, y especialmente teniendo en cuenta su longitud, nos dan la siguiente composición del complejo en esta especie: dos pares pequeños, cuatro pares intermedios con poca variación de tamaño entre sí, tres pares medianos de tamaño creciente, un elemento situado entre el noveno y undécimo par y dos pares de tamaño grande (lám. VII, fig. 37). En cuanto al cromosoma que no tiene su homólogo, verosimilmente puede tratarse del accesorio, aunque en la figura 2 no se encuentra diferenciado por menor tinción, como lo demuestra la figura 3. Pero, no obstante, en esta última figura existen, por lo menos, tres pares más grandes que el accesorio, lo que nos ha hecho pensar que dicho elemento se halla entre los medianos mayores del complejo.

a) *Espermatocito I*

El espermatocito primero consta en esta especie de doce cromosomas que, ordenados en serie de los pequeños a los mayores del complejo, está compuesto por: dos tetradas pequeñas bastoniformes; tres intermedias, que también son de forma de bastón, presentándose las últimas en forma de V; cuatro tetradas medianas con poca oscilación de tamaño, que generalmente son anulares, y tres cromosomas grandes, entre los cuales se halla el accesorio, siendo los dos mayores del complejo de forma anular (lám. II, fig. 9).

La diacinesis es sumamente demostrativa por las numerosas células que se encuentran, teniendo esta etapa mayor duración en *Elaeochlora* que en *Schistocerca*. Las tetradas diacinélicas se presentan en diversas formas, como en la especie anterior, tan sólo que aquí son de mayor tamaño. Se forman amplios anillos y también se encuentran elementos con aspecto de 8, apareciendo las grandes tetradas, en algunas células, en forma de V, las que comúnmente tienen tipo anular en otras tal como se demuestra en la lámina VII, figuras 38 y 39, cromosoma 12.

Por lo general, los cromosomas metafásicos, de forma anular, son cerrados en su extremo distal (lám. II, fig. 9), y no tienen la prominencias que con tanta frecuencia se encontraban en *Schistocerca* donde estas ramas perpendiculares eran relativamente largas. Hemos notado que,

cuando mejor resaltan las suturas y las prominencias, es cuando se efectúa la diferenciación, extrayendo a fondo el colorante.

En *Elaeochlora* existe también variabilidad en la forma de las tetradas, especialmente las anulares, a pesar de ser ésta la forma predominante en esta especie. A veces en un mismo individuo hallamos tres, cuatro, cinco o seis elementos anulares; y lo más interesante está en que la tetrada de mayor tamaño, que comunmente forma anillos, algunas veces se presenta con sus ramas ecuatoriales abiertas, constituyendo una V de tamaño grande (lám. VII, figs. 38 y 39, cromosoma 12).

En los elementos medianos es donde con más frecuencia se observan las tetradas en forma de V o de anillo (lám. II, fig. 9 y lám. VII, figs. 38, 39 y 40). En general, la variación es mayor en esta especie que la hallada en *Schistocerca*. Pero sería necesario un detenido estudio, realizado con material abundante para conocer cómo se cumple esta variabilidad, cosa que haremos en otro trabajo.

El cromosoma accesorio no se diferencia fácilmente en las vistas polares de la metafase primera, en virtud de hallarse siempre cortado transversalmente (lám. II, fig. 9); pudiendo, en cambio, observarse en toda su longitud cuando se mira la mitosis lateralmente. Este elemento se comporta, en general, como en la especie descrita anteriormente. Se aleja poco del grupo de eucromosomas (lám. II, fig. 10) y se inserta con frecuencia en la periferia del huso, aunque no siempre (lám. II, fig. 9).

Los cromosomas dejan entrever con mayor facilidad que en *Schistocerca*, los planos de clivaje de las tetradas durante la metafase y anafase temprana (lám. II, fig. 10).

La anafase se inicia con un movimiento de las cromátidas muy similar al de la especie anterior (lám. II, fig. 10). Hay elementos que, en vista lateral, se separan formando un largo bastón paralelo al eje del huso, más bien siguiendo la curva de éste (lám. III, fig. 17); en el centro del cromosoma se distingue un punto algo más oscuro que hace ligera prominencia a enfoque superior. Este cromosoma (lám. III, fig. 17) debe ser, con toda seguridad, la tetrada que se separa precozmente en sus dos diadas, y que afecta unas veces la forma de V y otras el tipo anular.

La figura 18 ilustra sobre una anafase del espermatocito primero con todos sus cromosomas completos; puede verse que hacia uno de los polos ascienden once diadas, mientras que al polo opuesto se dirigen doce elementos entre los que se halla el accesorio. Los cromosomas efectúan la ascensión polar anafásica con visible tendencia a separar sus cromátidas por los extremos distales, de manera que los elementos pequeños presentan aspecto arriñonado, y los grandes siempre tienen forma de U o de V. Aun ya muy avanzada la anafase, y estando los cromosomas por constituir las calotas polares, se puede estudiar en vista polar la composición de dichas calotas con todos sus elementos, aun se-

parados, como puede verse en la figuras 19 y 20 donde se encuentran las diadas en sus formas anafásicas características.

b) *Espermatocito II*

El período intercinético tiene mayor duración que en *Schistocerca* y abundan los cistos donde se hallan células en aquel estado.

Ordenados los cromosomas en la placa ecuatorial del espermatocito segundo, aparecen, si se miran las metafases desde uno de los polos, situados radialmente sobre el plano del ecuador (lám. IV, figs. 23 y 24). Las diadas mantienen perfectamente su punto de inserción constante y las relaciones de tamaño se ponen de manifiesto con mayor evidencia que en el espermatocito primero (lám. VII, figs. 43 y 44).

Existen dos elementos pequeños a los que les siguen : cuatro mayores con poca diferencia de tamaño entre sí, tres medianos y tres elementos grandes, entre los cuales se encuentra uno, el menor de los tres (lám. IV, fig. 23) que se ha teñido más difusamente y que debe tratarse del cromosoma accesorio.

La distribución desigual del cromosoma accesorio, durante la mitosis del espermatocito primero, trae como resultante la producción de dos clases de células : unas con el accesorio, y por tanto con doce elementos, y otras desprovistas de éste y con once cromosomas, que también hallamos en la segunda generación citaria (lám. IV, figs. 23 y 24).

También hallamos aquí que algunas diadas se encuentran en el centro del complejo, cuyos extremos distales han efectuado una divergencia considerable, quedando unidos sólo en un punto. Como se puede ver en la figura 25, en que hay una diada que cruza con ligera inclinación entre los cromosomas pequeños que se han dividido y el elemento situado en el polo superior en línea paralela con el eje. Esta diada forma un largo bastón que termina en su parte inferior por una cromátida la que, debido a la incurvación que ha sufrido, la hace aparecer más corta. Este mismo caso se presenta cuando se observa desde uno de los polos, como lo demuestra la figura 24 en que se encuentran los dos elementos situados en el centro de la placa.

Hemos hallado en el mismo cisto anafases y telofases del espermatocito segundo. Los núcleos telofásicos ya al final de este período tienen la cromatina en estado granular aparentemente dispersada, percibiéndose una mancha que ha permanecido homogénea y compacta, a veces en forma de bastón y pegada a la carioteca. Estos núcleos de las espermátidas, que son abundantes, van reduciendo luego su diámetro, quedando presente este elemento que se asemeja a un nucléolo, pero que no sería difícil se trate de un cromosoma accesorio que mantiene aún su estado de condensación, para perderse también en los estados subsiguientes.

Tanto en los cromosomas telofásicos espermatogoniales, como en los de la primera y segunda mitosis de maduración, puede notarse perfectamente que, durante el *tassement polaire*, persisten hasta último momento en sus formas características. Tan sólo los extremos proximales tienden a aglomerarse, dejando libres las partes terminales o distales.

La anafase no presenta, en general, mayores diferencias que en *Schistocerca*, y la descripción de aquélla puede también hacerse extensiva para *Elaeochlora* (lám. V, figs. 25 y 26).

Observando el espermatozoido segundo de *Elaeochlora* hemos tenido ocasión de comprobar, con más nitidez que en la especie anterior, las áreas hialinas que rodean a los cromosomas durante la metafase, muy semejantes a las vesículas claras descritas por Eisentraut (1926). Se ponen en evidencia cuando se emplea la hematoxilina férrica; en cambio, cuando se emplea la zafranina, la estructura del citoplasma y los contornos de las células resaltan menos, dificultándose la observación de tales vesículas, en virtud de que se producen aureolas que no dejan observar lo que a este autor le ha interesado. No hemos dibujado estas zonas claras por ser otra la finalidad de nuestra investigación.

3. DIEDRONOTUS DISCOIDEUS

En esta especie se presentan los estadios celulares muy favorablemente para su estudio. Los cromosomas son algo más pequeños que los de *Elaeochlora* y se hallan perfectamente separados en las metafases (lám. I, fig. 4).

Todos los cromosomas del complejo espermatogonial son telomíticos y se encuentran situados radialmente en la placa ecuatorial. Existen once pares de homólogos y el cromosoma accesorio que, por lo general se distingue bien claramente de los otros autosomas, por su aspecto granular. Este elemento es de los más largos del grupo, y durante la metafase deja ver, con suma nitidez, un hendimiento a través de toda su longitud.

Ordenados en serie los cromosomas espermatogoniales, teniendo en cuenta especialmente su longitud, se puede establecer la relación de: tres pares de elementos pequeños, cinco medianos de tamaño creciente y tres grandes a los que hay que agregar el cromosoma accesorio (lám. VIII, fig. 45).

El tamaño del accesorio aparece distinto en algunas placas, dependiendo que se encuentre o no extendido perpendicularmente al eje del huso, pues muchas veces este cromosoma se halla acortado por la curvatura que presenta y, visto desde los polos, aparece en las series alojado entre los medianos del complejo.

El comportamiento de todos los elementos durante la división es semejante en todo al descrito en las especies anteriores, y no hay que agregar nada de importancia en este sentido.

La primera mitosis de maduración nos muestra, durante la metafase vista desde los polos, a las once tetradas y al accesorio (lám. II, fig. 11 y lám. VIII, figs. 46, 47 y 48) en sus formas características. Aunque no abundan, como en las especies anteriores, las formas anulares, en *Diëdronotus* se presentan en número variable, que oscila generalmente entre tres y cinco. Las tetradas anulares, que son de tipo ecuatorial, tienen sus ramas situadas en este plano más cortas que en *Schistocerca* y *Elaeochlora*, siendo abundantes los elementos de esta forma, cuyos extremos distales no se fusionan y por lo tanto, no cierran completamente el anillo (lám. II, fig. 11).

Algunas veces se encuentran tetradas en forma de V (lám. VIII, figs. 47 y 48, cromosomas 7 y 9). Los cromosomas restantes se presentan en forma de bastón, de tamaño variable que, observados lateralmente, semejan a veces elementos cruciformes.

Las series del espermatocito primero responden a la siguiente composición: cuatro tetradas grandes que casi siempre son de tipo anular, cuatro de tamaño mediano, teniendo los mayores de éstos, tendencia a la formación de anillos y siendo las demás bastoniformes, tres tetradas más pequeñas y uno diada más larga que los elementos mayores del complejo, cuyo contorno rugoso se pone de manifiesto y que no es otro que el cromosoma accesorio (lám. VIII, figs. 46, 47 y 48).

La lámina II, figura 12, ilustra una anafase temprana del espermatocito I tal como se presenta generalmente. Se observan en esta figura, los distintos tipos de tetradas. Hay dos elementos cruciformes vistos de frente que bien pueden ser formas anulares o en V.

Después del período intercinético, cuyos estadios se observan claramente en algunos cistos de esta especie, entran los cromosomas en la metafase segunda, donde con mayor nitidez se distinguen las relaciones entre los diversos componentes del complejo.

Hemos efectuado una serie de medidas de las longitudes relativas de las diadas, y hallamos en general una correspondencia de tamaño entre éstas y los elementos de las generaciones celulares anteriores (lám. VIII).

En el espermatocito segundo las relaciones de tamaño son: para una clase de células, de tres cromosomas pequeños, cinco medianos y tres grandes y en las otras, de tres, cinco y cuatro respectivamente, siendo evidente que en estas últimas, se encuentre el elemento que faltaba y que era el mayor complejo (lám. V, figs. 27 y 28 y lám. VIII, figs. 49 y 50).

Traducida en unidades la longitud de este último cromosoma, está representada por 16, en las células con doce elementos; teniendo en

cambio el mayor de la serie en los espermatoцитos que poseen once diadas, catorce unidades de longitud.

Tanto en el espermatoцитo primero como en el segundo, el comportamiento de los cromosomas durante la mitosis es en general, similar al descrito en *Schistocerca* y *Elaeochlora*.

4. CHROMACRIS MILES

Tiene los cromosomas poco más grandes que la especie anterior, y mucha dificultad hemos tenido en hallar placas espermatogoniales completas y en condiciones de efectuar relaciones de tamaño, puesto que en esta especie los cromosomas son más largos que en *Diedronotrus*, y muy difícilmente se hallan células con los elementos extendidos, ya que generalmente los cromosomas grandes, describen amplias curvas, lo que motiva, que sean cortados por la navaja del micrótopo. El hecho de haber seccionado todo este material a 10μ , nos impide el haber ejecutado preparaciones con cortes más gruesos. Una vez más insistimos sobre la necesidad de efectuar cortes mayores de 20μ , pues existen más probabilidades de hallar células enteras, con su juego de cromosomas completo. De aquí la utilidad que prestan las preparaciones que han sido hechas por compresión o frote de un trozo de tejido.

La figura 5 nos muestra una célula espermatogonial con 22 cromosomas, que es una de las placas en mejores condiciones para estudiar las relaciones de la serie, falta un elemento que es el homólogo del par número 11 (lám. IX, fig. 51). Medidas las longitudes de estos elementos hallamos, que el mayor de la serie es el accesorio, que se distingue muy bien por su naturaleza menos compacta que los otros cromosomas, y también por ser mayor el espacio correspondiente al hendimiento longitudinal, encontrándose las cromátidas más separadas. Las cromátidas de este elemento son delgadas y se van afinando hacia el punto de inserción de la fibra del huso, donde parecen unirse; en cambio, en la extremidad distal son las cromátidas más homogéneas y gruesas.

Todos los cromosomas del complejo, son telomíticos y bastoniformes (lám. I, fig. 5). En sus rasgos generales, el comportamiento no se aparta del descrito en los demás géneros anteriores, al menos durante la mitosis de las espermatogonias.

Hemos dibujado buen número de metafases del espermatoцитo primero de las cuales elegimos, las que ilustran con más claridad la topografía habitual del complejo en *Chromacris*. Existen tetradas anulares grandes de tipo ecuatorial, que se presentan en número variable, apareciendo también cromosomas en forma de V, que es la forma de variación más común de las tetradas en forma de anillo. Pero muy raramente

los cromosomas grandes del complejo, dejan de exhibir la forma anular. El grupo de cromosomas del espermatozoido primero enseña comúnmente (figs. 13, 14, 15, 16, 52 y 53), tres tetradas pequeñas bastoniformes, tres cromosomas medianos, cinco tetradas anulares grandes y el cromosoma accesorio que se halla entre los primeros términos de los elementos grandes de la serie.

En vista lateral, al iniciarse la anafase, hay en algunas células un cromosoma grande que extiende sus largas ramas proximales hacia los polos, anticipándose en la división de las cromátidas a las demás tetradas del complejo; y nos recuerda el comportamiento similar de la tetrada grande que mencionamos al describir los elementos de *Elaeochlora* y que dibujamos aparte (lám. III, fig. 17).

La figura 13 demuestra la existencia de una tetrada grande, en forma de anillo, que emite sus prominencias distales, en virtud de que las ramas correspondientes son más largas que en los otros cromosomas anulares de la célula. Formas de esta clase suelen hallarse, aunque no son comunes.

El comportamiento, tanto del accesorio como de los eucromosomas, se realiza en el espermatozoido primero de este género, siguiendo las líneas generales conocidas, sin que haya necesidad de mención de ningún detalle de importancia especial.

Las dos clases de espermatozoidos segundos se diferencian claramente, existiendo células con once (lám. V, fig. 30) y doce cromosomas (lám. V, fig. 29). En estas últimas, las relaciones de tamaño, teniendo en cuenta la longitud, son : de tres diadas pequeñas, cuatro medianas y cinco más largas (lám. IX, figs. 54 y 55). El cromosoma accesorio se encuentra entre los mayores de la serie, puesto que en los espermatozoidos que llevan once elementos falta siempre uno de los de mayor longitud.

IV

Discusión de los resultados

Del conjunto de los hechos observados que anteceden se desprenden algunas consideraciones que iremos discutiendo con algún detalle.

1. LA CONSTANCIA DE LA INDIVIDUALIDAD Y EL CRITERIO DE IDENTIFICACIÓN

El presente estudio, nos ofrece una oportunidad de comprobar ampliamente el perfecto mecanismo de la distribución de estas entidades que llamamos cromosomas. Desde una generación a otra esto es evi-

dente; pues no solamente el número presenta esta uniformidad, si no que también la forma, el tamaño, la estructura, el comportamiento y organización interna del cromosoma mantienen una maravillosa constancia en cada individuo, en la especie, en el género y, en algunos casos, en grupos taxonómicamente mayores. Cada individuo enseña siempre en todas sus células una organización de los complejos de cromosomas admirablemente definida y constante, la que transmitida de célula a célula, por división de sus elementos, asegura la persistencia de la individualidad.

a) *Las relaciones numéricas de los cromosomas*

En los cuatro géneros investigados por nosotros, como era de presumirse, hemos hallado que se presenta invariablemente en sus células espermatozonales la cifra de 23 cromosomas. Con este hecho, se comprueba una vez más la uniformidad numérica de la familia *Acrididae*, hallada por los autores que han trabajado en otros continentes. Los investigadores que se han ocupado de esta familia están contestes en cuanto al número hallado. Se han estudiado alrededor de 50 géneros, y más de 60 especies, constatando la cifra fundamental de este grupo.

A la larga lista agregaremos nosotros tres géneros nuevos. El género *Schistocerca* fué ya trabajado por Hartman (1913) y McClung (1914), pero la especie *S. paranensis* que nosotros estudiamos, ninguno de los dos autores la menciona.

Se han encontrado variaciones que hicieron pensar al principio en que la armonía hallada en la familia se interrumpía de manera brusca; pero luego de ser estudiadas prolijamente, han podido interpretarse y considerarse dentro del esquema general del grupo. Los *Pamphaginae* (Granata, 1910) tienen 19 cromosomas y los *Pyrgomorphinae* tienen también una cifra inferior ⁴.

Montgomery (1906), describe en *Syrbula acuticornis* el número variable entre 20 y 24; pero Robertson (1909) demostró definitivamente que este autor estaba en un error, puesto que el número en este género es

⁴ Los datos sobre esta última subfamilia no se han publicado hasta el momento. Pero el doctor McClung, de la Universidad de Pennsylvania, ha tenido la deferencia de indicarnos las condiciones aberrantes del mencionado grupo. Aprovecho esta oportunidad para agradecer efusivamente las múltiples gentilezas que dicho sabio me ha dispensado. Además, el doctor McClung, en una nota al pie de su trabajo de 1927, hace mención de la diferencia numérica de las subfamilias precitadas. No incluímos las cifras halladas por Robertson (1915, 1916), Hartman (1915, 1920), Rayburn (1917) y Malan y Malan (1925), pues ya el primero de estos autores elevó la subfamilia *Tettiginae* al rango de familia, en virtud de hallarse siempre presentes 13 y 14 cromosomas, como número diploide, en los machos y hembras respectivamente, de todos los representantes estudiados del grupo.

de 23. McClung (1905, 1914, 1917) encuentra en los géneros *Hesperotettix*, *Mermiria* y *Chorthippa* el número aparentemente reducido, debido a la fusión de algunos elementos que forman cromosomas múltiples. En el acridio *Chorthippus* (*Stenobothrus*), existen 17 elementos espermatogoniales. Robertson (1916) explica esta reducción como debida a la unión de dos cromosomas telomíticos por sus extremos proximales, constituyendo un cromosoma compuesto, en forma de V, que reduce el número somático aparentemente.

Todos los machos de *Circotettix*, presentan en sus complejos somáticos y espermatogoniales 21 cromosomas. Este género ha sido estudiado minuciosamente por Carothers (1917, 1923), Helwig (1929) y algunas hembras por McNabb (1928). La reducción del número es debida a la existencia de una octada atelomítica múltiple que se ha formado por unión de dos tetradas telomíticas, una grande y otra pequeña (cromosoma n° 3), habiéndose reducido la cifra aparentemente, pero permaneciendo siempre constante el número de cromátidas.

También King (1923) ha hallado condiciones similares en *Pseudotrimerotropis cyaneipennis*, pues existen 21 cromosomas espermatogoniales.

Otra variación, aunque en realidad de carácter distinto, es la observada en algunos acridios que exhiben en sus células uno o dos elementos extras, excediendo así el número diploide típico de cromosomas. Tales elementos son los llamados cromosomas supernumerarios, que han sido encontrados y descritos por Carothers (1917), Wenrich (1917), McClung (1917), y especialmente por Carroll (1920).

Por último, Morita (1927), ha estudiado las variaciones de número en *Mecostethus grossus*, habiendo hallado una oscilación por exceso y por carencia, siendo más frecuentes en los folículos con evolución asincrónica que en los otros que se desarrollan normalmente.

Estas irregularidades las explica por una modificación de las condiciones nutritivas durante el período intercinético. Dice Morita: « Je ne pense pas que la fragmentation ou la fusion soit impossible, mais c'est certainement un phénomène irrégulier dépendant de la résistance de chromosomes, influencée elle-même par les conditions de milieu.

«Ce travail montre qu'on ne peut pas s'appuyer très rigoureusement sur la théorie de l'individualité.»

Investigar el porqué de la variación es lo que el citólogo debe intentar, dado el gran interés e importancia que el conocimiento de las anomalías tiene para emitir una interpretación clara de los fenómenos que se realizan normalmente. Pero no hallamos aquí una prueba en contra de la individualidad de los cromosomas, como cree, exageradamente, el autor japonés. Es posible que él mismo se convenza de que esta aparente contradicción, estudiada a fondo, sea un factor más para la demostración de

la regularidad del mecanismo que rige las intrincadas maniobras que ejecutan los cromosomas.

El haber hallado 23 cromosomas en los complejos diploides de los cuatro géneros estudiados por nosotros, tiene singular importancia teórica, ya que demuestra que la constancia de la cifra se mantiene a través de un gran grupo biológico, haciendo identificables, por sus relaciones numéricas, a la mayoría de los miembros de una familia.

Establecida la constancia de un número tipo fundamental, queda asegurada también la continuidad genética de los elementos a través de los individuos del grupo. Este es uno de los criterios más evidentes y que primero se comprueban en el estudio citológico de las características de organización y relaciones precisas de un determinado grupo taxonómico.

b) *La forma de los cromosomas*

Invariablemente hemos hallado las mismas formas y relaciones de tamaño en cada uno de los individuos estudiados. La forma de todos los elementos espermatogoniales está representada típicamente por el cromosoma telomítico (lám. X, figs. 56, 57, 58 y 59). En cambio, como una consecuencia de la unión de los 11 pares goniales, aparece en el espermatozito primero las formas clásicas de las distintas tetradas del complejo. Los ortópteros presentan una gran variedad de formas en sus cromosomas de la metafase del auxocito; pero, como ha demostrado de manera evidente McClung (1914), todas ellas pueden reducirse a un tipo fundamental, constituido por un elemento bastoniforme del cual, por distintos movimientos ejecutados por las cromátidas en planos y sentidos diferentes, se originan las tetradas en forma de V, de cruz, las anulares, en forma de 8 y otros tipos compuestos que se hallan durante el período diacinéptico.

Que reaparecen las mismas formas y series de tamaño en cada generación de células, lo han demostrado en los acridios: McClung (1900, 1905, 1914, 1917), Sutton (1902, 1903), Nowlin (1908), Pinney (1908), Robertson (1908, 1916), Wenrich (1916, 1917), etc.; y con suma evidencia Carothers en 1917, y sobre todo en 1921, hallando esta investigadora que no es sólo de célula a célula, sino también a través de generaciones, es decir, de los padres a la progenie, que se transmiten con rigurosa precisión los cromosomas en sus formas típicas constantes.

En un trabajo de conjunto, McClung (1914) demuestra la importancia que tiene en la determinación y fijeza de la forma del cromosoma, el punto donde se inserta la fibra del huso, y habla allí de tipo *Hippiscus* y tipo *Stenobothrus*, que son los que actualmente conocemos con el nombre respectivo de: cromosomas telomíticos o de inserción terminal, y atelomíticos o de inserción mediana y subterminal, propuesto por Carothers (1917).

Todos los autores que se han ocupado de estudiar los acridios, reconocen el grado de constancia que suministra el punto de inserción en la fijeza de la forma del cromosoma, siendo éste uno de los caracteres que mejor la evidencian.

Tanto en *Schistocerca* como en *Elaeochlora*, *Chromacris* o *Diedronotus*, que poseen todos ellos cromosomas telomíticos, hemos hallado siempre que, en sus espermatoцитos primeros, los elementos metafásicos correspondían perfectamente a las formas de tetradas ecuatoriales, las únicas que esperábamos hallar, en virtud de la inserción observada en los elementos espermatogoniales (lám. X).

La determinación de la forma, a pesar de ser un factor bien visible a primera vista, no nos ha parecido tan fácil de comprobar como lo habíamos supuesto. Un análisis detenido de las tetradas anafásicas demuestra cuán fácilmente pueden confundirse unas formas con otras en las células de un mismo individuo, según se miren los cromosomas desde ángulos distintos. Mucho cuidado se requiere al establecer las series, teniendo en cuenta la forma del elemento; siendo muchas veces menester el conocimiento completo de la historia de los cromosomas cuya morfología diferencial los destaque de los demás del grupo. En estos cuatro géneros estudiados existen tetradas, tales como las anulares grandes o las más pequeñas bastoniformes, que se pueden seguir sin mayor dificultad a través de los complejos del mismo individuo y en la especie. Pero no hemos podido hallar cromosoma alguno fuera del accesorio, que netamente se distinguiese de sus compañeros por características inconfundibles.

Un hecho que hemos comprobado, es la acentuada variabilidad que se observa en las formas de las tetradas de un mismo individuo. Es así como: en *Schistocerca* hallamos que el número de los cromosomas anulares variaba entre cuatro y siete; en *Elaeochlora* la variación tenía lugar entre tres y seis elementos anulares; en *Diedronotus* estas tetradas se presentan oscilando entre tres y cinco; y en *Chromacris* también es visible la variabilidad.

La forma que reemplaza en todos estos géneros al cromosoma anular, es la tetrada en forma de V, que representa el tipo de transición. McClung (1914) demostró que el elemento en forma de V y el anular tienen un origen común. El primero de estos cromosomas es un estado transitorio del segundo. Claro está que esto no quita que el cromosoma anular pueda originarse por simple apertura central de dos elementos, que se encuentran paralelamente unidos en toda su longitud.

Cuando describimos los espermatoцитos primeros de *Elaeochlora* (pág. 320), hablábamos de un elemento grande que se presentaba unas veces tomando la forma de V y otras exhibiendo el tipo anular. Como es un elemento grande, se diferencia de los del complejo; y tal vez pu-

diera seguirse especialmente su historia, trabajando con abundante número de individuos, cosa indispensable en tales casos.

Otros autores han hallado variabilidad en la forma de los elementos; en *Melanoplus*, Nowlin (1908) encuentra algunas veces tres anillos y otras ninguno, pero ha observado tendencia a la formación de un cromosoma anular. Robertson (1908) ha visto que la formación de anillos es variable en *Syrbula*; habiendo comprobado también que en los elementos grandes del complejo se forman más comúnmente anillos que entre los pequeños. En su trabajo de 1914, McClung demuestra cómo en *Tropidolophus* aparecen algunas veces cromosomas en forma de V y otras en forma de anillo, oscilando su número entre tres y siete elementos de este último tipo (figs. 21 y 30 de dicho autor). Así también, este mismo autor halla, en *Mestobregma*, variaciones de forma en los elementos grandes del complejo, como puede verse en las figuras 39 y 40 del trabajo de 1914. Lo mismo se observa en *Hippiscus* (figs. 2 y 3 del mencionado autor) en que la relación de cromosomas anulares es de una y seis, según dichas figuras.

Wenrich (1916) ha podido hallar también variabilidad en la formación de cromosomas anulares, tal como se puede ver en sus figuras 39 y 40 sobre *Phrynotettix magnus*. King (1923) halla oportunidad de estudiar las formas que adopta la tetrada número 8, homomórfica telomítica, en el espermatocito primero de *Pseudotrimerotropis thalassica* y encuentra que, en general, pueden considerarse dos grupos compuestos: uno por la forma de bastón y otro por elementos anulares o sus variantes, en la relación de 1:1. Una vista a las láminas de este autor correspondientes a la columna vertical que lleva el número 8 (láms. 1, 2, 3 y 4), nos muestra las distintas formas adoptadas por esta tetrada en las diferentes células del mismo individuo.

Es indudable, por tanto, que se comprueba la variación de la forma externa de las tetradas de un mismo individuo.

Surge de inmediato la idea de que el criterio empleado para la identificación de las tetradas teniendo en cuenta su forma exterior, no es muy seguro, en virtud de la constante fluctuación que se comprueba en los componentes de un determinado complejo individual.

Ahora bien, el grado de evidencia suministrado por la forma ¿es tan variable como la forma misma?

Analicemos la importancia que puede tener la variabilidad externa de una tetrada. Desde el punto de vista objetivo, es natural que nos encontremos al estudiar un complejo, del espermatocito primero, por ejemplo, con diversos tipos de elementos que pueden ser diferenciables morfológicamente. Si estudiamos detenidamente un mismo elemento en distintas células del mismo individuo, y en las más aproximadas condiciones de la mitosis, descubriremos que, entre unas células y otras, ese cro-

soma no está igualmente caracterizado. El observador superficial se impresiona ante las distintas formas adoptadas por un mismo elemento, y ve en ello un camino para negar la constancia de un factor importante de la individualidad.

Dijimos ya, que la forma de una tetrada en los acridios depende esencialmente del punto donde se halla inserta la fibra del huso y del movimiento de las cromátidas componentes.

Veamos ahora lo siguiente. Por el hecho de que un cromosoma afecte en unas células el tipo anular y en otras la forma de V ¿ha alterado su organización? Desde luego podemos decir que no. Un elemento es susceptible de presentar formas distintas y no por esto haber cambiado su punto de inserción en ninguna de ellas. Sólo ha habido un movimiento de las cromátidas, que durante la profase ha sido más o menos acentuado, habiendo pasado a la metafase tal como las ha sorprendido el grado de condensación de la cromatina.

Al estudiar Wenrich (1917) la manera de transformarse de ciertas tetradas en *Trimerotropis suffusa*, llega a la conclusión de que los elementos de un cromosoma están sujetos a una marcada variabilidad, suponiendo que el movimiento de las cromátidas tiene lugar, en diferentes grados, en células distintas, y que a medida que progresa la condensación se van retardando estos movimientos. Una tetrada entra, pues, en la metafase en el estado que la toma el final de la profase individualmente. Nosotros pensamos que el mayor o menor grado de condensación podría ofrecer una posibilidad de explicar las formas diferentes de un mismo elemento metafásico.

De todo lo dicho, puede deducirse que lo más importante no está en el movimiento de las cromátidas sino en el cambio del punto de inserción.

Que este punto es de una constancia perfecta lo demuestran especialmente los trabajos de Carothers. Esta autora ha comprobado, siguiendo la distribución de las tetradas heteromórficas en un número considerable de individuos del género *Circotettix* y *Trimerotropis*, que existe variación en los complejos de un individuo a otro, pero que en el mismo animal es constante, tanto para las células espermatogoniales como para los espermatoцитos primeros, teniendo un grado de variación fijo en el espermatoцитo segundo (1917). Este punto de inserción se transmite de una generación a otra, como lo demostró en su brillante estudio de tres pares críticos de tetradas heteromórficas de *Circotettix* (1921). En este género, dichos tres cromosomas varían, en su forma, de individuo a individuo, pero en el mismo animal siempre es constante. Idéntica constancia halló King (1923) en el género *Pseudotrimerotropis*, constatando que la variación existe de un individuo a otro, debiéndose esto a que nueve de los 11 pares de homólogos son heteromórficos, pero individualmente no halló variación.

Recientemente Helwig (1929), en un detenido estudio de la variación de los cromosomas de *Circotettix verruculatus* recogidos en distintos lugares, encuentra que las diadas que constituyen las tres tetradas variables (n^{os} 1, 7 y 8), varían en cuanto al punto donde se inserta la fibra del huso de un individuo a otro, permaneciendo constante en el mismo animal.

Demuéstrase también que la forma persiste en todas las generaciones celulares de los géneros *Hesperotettix*, *Mermiria* y *Chloealtis*, descritos por McClung (1905, 1914, 1917, 1924), quien puso en evidencia la formación de cromosomas múltiples, por fusión de eucromosomas entre sí o con el accesorio, determinando formas en exadas y octadas, cuyo punto de inserción es constante en cada individuo.

La persistencia de la forma, en el sentido preconizado por Baumgartner (1904), no se realiza con tanta regularidad, por lo menos en los acridios. Con este criterio la identificación no es posible, en virtud de la variabilidad de la forma. No hay que esperar que todos los elementos ofrezcan siempre las mismas imágenes. Desde este punto de vista, el aspecto no es un dato seguro para reconocer las características de un complejo. Son necesarios otros elementos de juicio que se presenten con mayor continuidad. Aunque encontremos variación de un cromosoma en su forma, no hay que pensar para nada en que se ha alterado su organización. Lo que realmente interesa es conocer que el paso de una forma a otra, dentro del tipo fundamental de organización, no implica cambio de relaciones entre las cromátidas que componen la tetrada, siempre que se mantenga constante el punto de inserción. Por esto atribuimos un valor especial a esta particularidad. Si el punto de inserción de la fibra cambia, la cosa pasa de otro modo, siendo aquí donde el concepto de variabilidad está perfectamente justificado, puesto que se ponen en juego factores que afectan íntimamente la organización cromosómica.

c) *Las relaciones de tamaño*

Hemos efectuado la medición de las longitudes relativas de los cromosomas de cada uno de los complejos, después de haberlos dibujado cuidadosamente con la cámara clara, en células cuyos elementos se hallasen en las mejores condiciones de extensión requerida para tal fin. Ordenados los cromosomas en serie de pares homólogos, pudimos notar que, si bien existen ligeras diferencias entre los componentes, se puede sin forzar la realidad, distribuir los veintidós elementos espermatogoniales en once pares de homólogos, tal como los hallara Sutton (1902) en su memorable trabajo sobre *Brachystola magna*.

Dijimos ya en la página 320 que, al establecer las relaciones de tamaño en el espermatozocito primero de *Schistocerca paranensis*, se encontraron

algunas dificultades debido a la diversidad de posiciones ocupadas por las tetradas del complejo. A este respecto debemos mencionar el trabajo de Hartman (1913) que es el autor que ha estudiado especialmente las variaciones de tamaño de los cromosomas de *Schistocerca* (un ejemplar de *S. alutacea* y los demás de *S. americana*).

No dudamos que el mencionado autor tenga razón suficiente y sus figuras lo demuestran, en hallar marcadas diferencias de tamaño entre los elementos de una ninfa y los de un individuo adulto. Pero nos parece que en cuanto a las variaciones que describe en un mismo animal, no pueden ser tomadas con el carácter que este autor les asigna. Tomemos como ejemplo y observemos las figuras 5 y 7, cromosomas 1; 12 y 13, cromosomas 9; figuras 22 y 24, cromosomas 1, 2 y 3, que él mismo indica diciendo que « In some instances this difference in size is very striking » (pág. 228). Estas figuras no alcanzan a convencernos de ser notables como quiere el autor, y que los dibujos ejecutados por él mismo se encargan de demostrar negativamente. Por lo visto, para Hartman, cada cromosoma que se encuentre en ángulo distinto, representa una variación de tamaño. Sin ir más lejos tomamos otro ejemplo: los cromosomas 9 de sus figuras 12 y 13, que son los elementos que más aparentan un cambio de tamaño, y se ve sin mucho esfuerzo que ambas placas ecuatoriales han sido dibujadas en cortes diferentemente orientados. La figura 12 es, posiblemente, un corte ecuatorial; en cambio la figura 13 demuestra que el corte es allí oblicuo al eje del huso. No es nada extraño, por tanto, hallar alterados los tamaños de los cromosomas, cuando no cortados por la navaja del micrótopo; como por ejemplo pudo haber ocurrido en las células que están representadas por las figuras 22 y 24, donde los elementos 1, 2 y 3 en una figura (24) están cortados transversalmente y en la otra (22) se hallan inclinados y dejando ver más patentemente su extensión.

Si resulta ya difícil establecer relaciones de tamaño, aun empleando métodos seguros y especiales, al medir complejos somáticos, goniales, o de los citos segundos, hay aún mayor incertidumbre cuando se utilizan, como medida de comparación los cromosomas durante la metafase del espermatocito primero. Dificultoso ha sido hallar en el espermatocito primero de *Schistocerca*, así como en los otros géneros estudiados, las mismas relaciones de tamaño que establecimos en el complejo espermatogonial; y en mucho lo atribuimos a la inconstancia del tamaño presentado por los diversos contornos en que aparecen las tetradas miradas en ángulos y, por tanto, en cortes diferentes. Una inspección a las láminas VI, VII, VIII y IX pone clara evidencia a lo que dejamos apuntado.

El tamaño es un dato importante para efectuar la homologización de los elementos, siendo el que más asiduamente se emplea. Mas hay que

hacer uso de este elemento de juicio con suma precaución y en inmejorables condiciones técnicas, tanto en la ejecución de los preparados como durante la observación y dibujo. Con sobrada razón dice McClung (1917) refiriéndose a las relaciones de tamaño de los cromosomas: « An exact determination of chromosome sizes is however a very difficult undertaking, owing to the variety of form they assume. One is forced to estimate relative volumes, and an exact determination between two nearly equal sizes of different form can not be made with certainty » (pág. 554), y más adelante continúa con estas palabras: « There are so many ways in which the size of a chromosome may be affected in the processes of microscopical technique that a just estimate of the significance of size variation is hard to reach. This it is known, for instance, that very marked differences in size may result from the method by which the animal is killed » (pág. 556).

Nuestro material presenta en general la misma seriación que es peculiar para los acridios. Existen once pares de eucromosomas más un elemento impar que es el cromosoma accesorio. Es una serie uniformemente ascendente, donde los elementos mayores son más o menos seis veces más largos que los pequeños. Las medidas efectuadas, acusan una ligera diferencia entre los componentes de una pareja espermatogonial; lo cual nos hace pensar que es muy posible sea ésta una de las consecuencias que acarrearán los procedimientos analíticos y las condiciones del material. Hay que admitir el grado de condensación de la cromatina, el movimiento del cromosoma en el instante que actúa el fijador, así como otros fenómenos propios del animal. Parmenter (1919), al realizar un detenido estudio sobre el número y las relaciones de longitud de los cromosomas en el urodelo *Amblystoma tigrinum*, insinúa también condiciones semejantes.

Este autor halla, en algunas parejas, diferencias entre sus componentes, que pueden verse en la tabla correspondiente a la lámina 9 de su trabajo. Hemos notado que, algunas veces, también se interrumpen las series en nuestro material, pero este hecho es el menos común que se encuentra.

Basta inspeccionar la lámina X para darse cuenta que, por simple observación hay muchas veces mayor evidencia de la existencia de parejas, que cuando se utiliza la medida para el establecimiento de sus relaciones. Es notable comprobar cómo se mantiene la constancia de las series a través de todas las generaciones celulares de un mismo animal, y en la especie. Las mismas dimensiones se hallan en los pares espermatogoniales, en las tetradas y sobre todo en los espermatocitos segundos, donde es dado comprobar, casi siempre, perfecta correspondencia entre los tamaños de los elementos de estas últimas células y los cromosomas de la espermatogonia. Comúnmente, suelen ser un poco más cortos en

los citos segundos que en la espermatogonia, pero las relaciones de tamaño son siempre constantes (láms. X y XI).

Es indudable que siempre tiene que existir una ligera variabilidad que es inherente a todos los seres vivos.

Reviste singular importancia la determinación de las relaciones de tamaño de los cromosomas del complejo de cualquier organismo, ya que suministra sólido fundamento a la teoría cromosómica de la herencia, el comprobar la existencia de elementos paternos y maternos formando parejas, lo cual evidencia las relaciones genéticas de la especie.

El criterio de identificación basado en la apreciación de los tamaños relativos de los cromosomas tiene un valor indudable, pero es necesario interpretarlo en el justo sentido de no exigir de esta modalidad la rigidez que los fenómenos biológicos difícilmente pueden ofrecer.

d) Comportamiento

Todos los cromosomas en las generaciones celulares distintas de *Schistocerca*, *Elaeochlora* *Diedronotus* y *Chromacris* se comportan no siguiendo un esquema similar, sino que cada uno tiene su modalidad típica. Cada género tiene una organización celular que es inconfundible (láms. X y XI).

En *Elaeochlora* los elementos son más largos que en *Schistocerca*, y la constitución de las tetradas se nota con mayor claridad pudiéndose observar los planos de clivaje de las cromátidas, lo mismo que en la anafase temprana del espermatozoido primero (láms. VIII y X). Esto no es posible en *Chromacris*, donde los cromosomas son más gruesos, más cortos y las tetradas muy compactas. Este ha sido uno de los géneros que más dificultades nos ha presentado para el estudio de los elementos metafásicos del espermatozoido primero, pues el arreglo general de éstos en el huso no favorece la clara observación, en virtud de la tendencia a juntarse formando grupos apretados que, algunas veces, hacen engorroso el dibujo de las metafases de perfil.

Después de estar largamente familiarizado con las características particulares de cada complejo, se nota que no siempre los mismos cromosomas ejecutan movimientos semejantes durante la mitosis. Es así como se destaca el cromosoma grande de *Elaeochlora* durante la cinesis primera dividiéndose unas veces precozmente y mostrando sus ramas proximales extendidas en dirección a los polos, mientras las otras tetradas se hallan en plena metafase. En cambio, en otras células vemos que este elemento no acusa su presencia por esta anticipación, sino que sincroniza en su comportamiento con los compañeros del grupo. También hemos comprobado lo mismo en algunos elementos grandes que tiene *Chromacris*. Tal comportamiento es muy posible que lo presenten todas las tetradas del complejo; pero sería menester un meticoloso estudio de cada

elemento realizado desde los primeros estados de la profase meiótica, para conocer su historia completa y diferenciar así los cromosomas que verisimilmente suministren, por alguna particularidad, un indicio constante para reconocerlos.

e) *Cromosomas diferenciales*

La falta de cromosomas especiales nítidamente diferenciables no nos ha permitido seguir su comportamiento. Únicamente hay un elemento cuyos hábitos se destacan de los demás cromosomas del complejo: nos referimos al cromosoma accesorio que, desde las primeras generaciones espermatogoniales hasta la formación de las espermátidas, mantiene su individualidad inconfundible. El hecho de que no se encuentre a veces más que un solo elemento particular, no quiere decir que la identificación de otros no sea posible. Existe una fuerte presunción de que los demás miembros del complejo se comporten también de un modo peculiar.

En su magnífico trabajo, Wenrich (1916) nos ha demostrado que en *Phrynotettix*, pudo seguir los que él llamó « selected chromosomes », durante la profase del auxocito. La estructura interna de tres elementos elegidos se puso de manifiesto habiendo comprobado que no sólo es constante la gruesa estructura del cromosoma, sino que los finísimos filamentos profásicos ofrecen un ejemplo hermoso de la constancia de la organización estructural interna, ya que el número y posición relativa de los cromómeros coincidían perfectamente entre sí a través de la especie. Igualmente, es de gran valor el estudio de los cromosomas diferenciales de *Mecostethus* realizado por McClung (1927, 1928a, 1928b), ofreciéndonos una irrefutable prueba de la persistencia estructural de determinados cromosomas.

En la literatura se han descrito otros casos de cromosomas diferenciales: los pares heteromórficos por Carothers (1913). Hartman (1913) describió en *Schistocerca* la existencia de tetradas desiguales; pero como ya hemos dicho, no pudimos comprobar este hallazgo en la especie que estudiamos. Esto no implica su inexistencia en *S. paranensis*. Muy posible sería que, con abundante material, pudieran hallarse cromosomas heteromórficos, tanto en la especie mencionada como en los otros tres grupos por nosotros descritos. Voïnov (1914), Wenrich (1914, 1916), Robertson (1915, 1916), Carothers (1917, 1926), King (1923), McClung (1927, 1928), hallan cromosomas particularmente diferenciables. Este último autor describe en *Mecostethus gracilis* dos clases de anillos, un cromosoma ditáctico y una tetrada dimórfica.

Por otra parte, los cromosomas múltiples de *Mermiria* y *Hesperotettix* (McClung, 1905, 1917), así como los que estudió Oguma (1921) en el

mántido *Tenodera*, ofrecen ejemplos de elementos peculiares que sirven para ser estudiados aisladamente en el complejo.

No cabe la menor duda de que el estudio de cromosomas especiales es de lo más necesario. Hay que tender al conocimiento completo de los elementos de un complejo, pero ésta en una cuestión no exenta de dificultades, no obstante lo cual es menester dedicarle preferente atención.

2. LAS MITOSIS DE MADURACIÓN Y LA UNIDAD DEL PROCESO MEIÓTICO

Por la característica de las tetradas de las cuatro especies que hemos estudiado; por el modo de comportarse durante la primera mitosis; por los movimientos especiales de las cromátidas y sus relaciones con el huso, así como por el hecho de haber encontrado los elementos anulares de tipo ecuatorial, que nos hablan de una bien continuada uniformidad de las relaciones a través de todos los períodos celulares y entre todos los elementos del complejo, a juzgar por estas y otras modalidades encontradas, podría pensarse que nos hubiésemos inclinado en favor de un esquema post-reduccional.

Pero ¿hubiesen sido suficientes todos los argumentos para proclamar una división ecuacional de las tetradas durante la mitosis primera? Desde luego que podemos afirmar que no.

Durante la profase meiótica en las etapas de la diacinesis, pudimos constatar que siempre, en todas las células estudiadas, existía una equivalencia muy precisa de las cuatro cromátidas componentes de la tetrada.

Ahora bien, ¿cómo hubiésemos podido reconocer cuáles cromátidas eran de origen paterno y cuáles provenían de la línea materna, sin tener ningún indicio morfológico capaz de inducirnos a reconocer un origen biparental de los pares homólogos?

Porque dos cromosomas homólogos, unidos al principio en parasinapsis y hendidos longitudinalmente, sean los que han originado una tetrada anular, no vamos a deducir que la apertura del anillo se haya efectuado entre los pares homólogos; pues bien podría haber ocurrido lo contrario, es decir, que la apertura central hubiese tenido lugar entre las cromátidas hermanas.

Sabemos que las formas que se hallan durante el período diacinéptico, por condensación de la substancia cromática son las mismas que se insertan más tarde en el huso y constituyen los cromosomas metafásicos; pero no conocemos cuáles cromátidas son las que forman las diadas que ascienden hacia los polos durante la anafase, pues bien podrían ser, indistintamente, diadas homólogas o hermanas.

Cuán difícil resulta conocer el modo de dividirse una tetrada que no tenga alguna particularidad discernible, lo pone en evidencia el caso de King (1923) quien, teniendo en el complejo del espermatozoido primero de *Pseudotrimerotropis thalassica*, una única tetrada homomórfica telomítica, no pudo hallar correlación entre las formas afectadas por ésta y su modo de división. Menos podíamos haber hallado nosotros esta correlación, puesto que todas las tetradas son homomórficas en los complejos de las cuatro especies que estudiamos.

Todos los citólogos han discutido afanosamente este problema y, en modo especial, cuál de las mitosis presentaba evidencia pre-reduccional y cuál de ellas suministraba hechos favorables para asegurar una división post-reductora. Cabe destacar a Gregoire (1905-1910) quien erigió, después de una meticulosa revisión de la literatura universal, el esquema que llamó heterohomeotípico, sosteniendo que la unidad esencial del proceso meiótico estaba en que la primera mitosis era reductora y la segunda ecuacional, en la mayoría de las formas de ambos reinos. Muchos investigadores siguieron las huellas del ilustre citólogo; pero las cosas, sin embargo, no se cumplen con esta inflexibilidad.

Wenrich (1916) es el autor que, con uno de los más demostrativos trabajos de la literatura citológica, ha asestado un golpe de gracia al concepto heterohomeotípico de la meiosis y, con esto, a las teorías pre y postreduccionales.

En efecto, este autor halló en *Phrynotettia* que, entre los tres pares de « selected chromosomes » había una tetrada desigual (cromosoma C), que en una misma mitosis se dividía algunas veces ecuacionalmente y otras cumplía una división reductora. En un recuento realizado al azar, por este autor, de 928 células, comprobó que en el 50,8 por ciento las divisiones eran reductoras y en un 49,2 por ciento eran ecuacionales. Con esto quedó demostrado que, indistintamente, un cromosoma puede segregarse en la primera o en la segunda mitosis de maduración, siendo por tanto las dos mitosis, simultáneamente segregatorias (reductoras) para distintos elementos.

Naturalmente que la condición indispensable para conocer el modo de segregación es disponer de uno o varios cromosomas cuyos homólogos se diferencien fácilmente. McClung (1928) ha encontrado un elemento: « the unequal dimorphic chromosome », similar al de Wenrich y que se divide también indistintamente, experimentando una segregación o una división de ecuación en la primera mitosis.

Es evidente, pues, que el momento de la división de segregación sólo puede ser conocido para determinado cromosoma, siempre que éste lleve alguna particularidad que individualice a los homólogos. Si ésta no existe, será imposible decir de qué modo y en qué tiempo experimenta una mitosis dada.

La unidad esencial de la meiosis la constituyen dos mitosis que pueden ser indistintamente segregatorias para un mismo cromosoma.

Nuestro material, como dijimos al tratar de los cromosomas diferenciales, no presenta, hasta el punto a que han llegado nuestras observaciones, pares heteromórficos, elementos múltiples, o cualquier otro cromosoma con carácter particular que lo individualice con nitidez de los demás del grupo. Mas no negamos de ninguna manera que, realizando una búsqueda con mucho material en mano, sería posible descubrir la existencia de algún elemento diferenciable.

Solamente el elemento accesorio, cuya historia se pone de relieve en las fases más tempranas de la espermatogénesis, nos ha servido para seguirlo, en su comportamiento diferencial, durante las dos mitosis de maduración.

Este elemento, en todos los espermatocitos primeros, pasa siempre indiviso, en estado de diada, a uno de los polos, cumpliendo así su división de segregación en esta mitosis. Después, al realizarse la cinesis del espermatocito segundo, este cromosoma experimenta una visible división ecuacional. Tal comportamiento lo hemos observado siempre y es general en los acridios, correspondiendo a un 100 por ciento su segregación en la primera mitosis.

Carothers (1926) ha publicado unas interesantes observaciones sobre el modo de segregarse los cromosomas homólogos durante las mitosis de maduración; demostrando, en unas cuantas especies de insectos, que la segregación se cumple para un cromosoma o en cualquiera de las dos mitosis o con preponderancia de una de ellas. Esta autora termina dirigiéndose a los citólogos de este modo: « My hope in presenting this article is... that cytological workers will be deterred from making definite statements that either pre or post-reduction occurs in the material with which they happen to be working unless it is possible to identify the contribution of the two parents for each particular pair of which they speak. »

No hay que considerar a la meiosis como un simple proceso de mera unión y separación de los elementos por medio de dos divisiones; hay algo más complejo, más íntimo, algo que afecta la organización de los pares sinápticos durante el largo e intrincado fenómeno de la profase. McClung (1927) hace una admirable consideración de este asunto a la cual nos subscribimos en gran parte.

En cuanto al origen biparental de las diadas homólogas, desde que por primera vez Carothers (1913) consideró la distribución actual de los cromosomas homólogos, siguiendo la segregación de una tetrada heteromórfica, con relación al cromosoma accesorio, demostrando que tal segregación se realiza libremente, al azar, estamos en posesión de un método precioso para el análisis de este problema.

Desde entonces ha quedado establecida la posibilidad de distinguir los homólogos que forman la tetrada y, por tanto, el método para estudiar su modo de segregación. Trabajos posteriores de: Voïnov (1914), Wenrich (1914-1916), Robertson (1915-1916), Carroll (1920), King (1923), Carothers (1917-1921) y Helwig (1929), han confirmado ampliamente este hecho suministrando una base positiva, en primer término para el conocimiento de las tetradas, y en segundo, para constatar la relación de los homólogos y la frecuencia de su división.

Debemos sin embargo a Carothers (1921), la prueba definitiva de que dos de las cromátidas que integran la tetrada proceden de línea paterna y las otras dos son de origen materno. Esto lo realizó siguiendo, durante dos generaciones (F_1 y F_2), la distribución y recombinación de tres pares heteromórficos perfectamente individualizados.

Este hecho, así como los anteriormente expuestos, demuestran de manera incontestable:

- a) que la tetrada está compuesta por tres cromátidas, de las que dos provienen del padre y las otras dos de la madre;
- b) que cada cromosoma es distribuido independientemente durante el período meiótico, siguiendo las leyes del azar;
- c) que cada elemento se recombina en la progenie (fecundación), siguiendo idéntico mecanismo.

Tal comportamiento de los cromosomas se realiza siempre de esta manera. No escapa a nadie el riguroso paralelismo que, con la separación y recombinación de los genes, en el fenómeno de la herencia mendeliana, se pone claramente en evidencia.

De más está hacer destacar que las mitosis de maduración poseen un alto valor positivo, ya que todas las concepciones sobre variación, herencia y evolución de los organismos, se apoyan, principalmente, en los hechos adquiridos que se desprenden del estudio actual de los cromosomas en los ortópteros, y de modo singular en la familia *Acrididae*.

3. LOS CROMOSOMAS Y SUS RELACIONES CON LA SISTEMÁTICA

Que existe una evidente correlación entre los cromosomas y el tipo somático es indudable; y fué, entre otras, una de las ideas directrices con que McClung inició, con sus discípulos, desde el año 1900, una serie de trabajos cuyo contenido fué publicado en 1905 y 1908 por aquel autor, dando el fundamento de esta concepción.

Robertson (1916), en un trabajo sobre los tetígidos y acridios, hace un detenido estudio de las relaciones entre el comportamiento de los cromosomas y la taxonomía del primero de estos grupos, y sugiere elevar la subfamilia *Tettiginæ* al rango de familia, por hallarse el número

tipo de 13 y 14 cromosomas en los machos y hembras respectivamente.

El haber descubierto McClung (1917) una variación en la forma de un cromosoma, debida a una diferencia ocasionada por el punto de inserción, le llevó a separar en dos grupos la especie *Mermiria bivittata*, que luego el entomólogo Rehn (1919), sin conocer los resultados de aquel autor, al emprender la revisión del género reconoció que estaba en presencia de dos grupos taxonómicamente diferenciables.

Igualmente Carothers (1917), al estudiar la frecuencia relativa de los cromosomas telomíticos y atelomíticos y juzgando por la diferencia en la proporción de los elementos atelomíticos que halló, pudo comprobar que existían dos grupos de *Circotettix fallax*. Estos grupos provenían de regiones alejadas. También en este caso el entomólogo Rehn, basado en el análisis taxonómico, coincidió con lo previsto por Carothers al separarlos en dos grupos distintos.

Mucho interés presenta un reciente trabajo de Helwig (1929) en el que este autor establece una correlación entre las diferencias de los cromosomas de *Circotettix verruculatus* y el origen de las razas geográficas de esta especie. Al hablar de la distribución y la formación de las razas dice Helwig: « If the progenitors of the population in the Berkshire Mountains (Mount Greylock) had the majority of their chromosomes n°. 1 with atelomitic fiber attachments, these might be segregated and tend to be multiplied, so that in time it might supplant those individuals which had chromosomes n°. 1 telomitic. If the factors or genes in the atelomitic chromosomes 1 were different, which is easily conceivable, from those in telomitic chromosome 1, a variety or race with different genetic factors than the other populations would result, and a geographical race would have been established in this locality. The population in the vicinity of Mount Greylock has chromosome 1 more often atelomitic than that of any other New England locality.

« The material from Mount Desert Island has few atelomitic fiber attachments in chromosome 8. If telomitic chromosome 8 is genotypically different from chromosome 8 with atelomitic fiber insertions, there is in this locality a race which is differentiated from the other New England races by those factors in telomitic chromosome 8.

« The Michigan population has both chromosomes 1 and 8 significantly more often atelomitic than any other of the groups. If the telomitic and atelomitic conditions do reflect genotypic differences, there is, in this locality a race distinguished from all the others by the factors or genes carried in the atelomitic chromosomes 1 and 8.

« Thus, it is suggested that, perhaps, these measurable differences demonstrated in corresponding chromosomes of individuals from diverse localities might reflect the genetical dissimilarities, which are the primordia of geographical races or subspecies. »

La correlación existente se pone en evidencia con claridad y es bien presumible que la segregación de estos cromosomas, distintos genotípicamente, entrañe el origen de nuevas subespecies geográficas.

Es necesaria la investigación citológica llevada a fondo sobre un grupo biológico determinado; de esta manera será más patente el paralelismo y la correlación entre la organización de los cromosomas y la disposición de los caracteres del grupo.

Los cuatro géneros que hemos estudiado pueden diferenciarse sin dificultad, por su organización celular, uno de otro. Los cromosomas, a pesar de responder a una condición común en todos ellos, presentan no obstante un algo peculiar que le es propio a cada uno de los géneros.

La posición taxonómica de estos géneros parece ser poco variable. En esto, el análisis citológico sólo puede avanzar que para cada uno de los géneros se ha visto un plan de organización que, dentro de sus líneas generales, los individualiza con condiciones propias.

Para terminar, transcribimos lo resumido por nosotros (1929) en una comunicación a la Sociedad entomológica argentina: « Si los cromosomas son los elementos primordiales del desarrollo de los caracteres en el individuo, y por tanto en la especie y a través de los grupos taxonómicos, es evidente su importancia en el establecimiento de las relaciones filogenéticas de un grupo biológico determinado.

« El criterio de evidencia, basado en la composición externa de los caracteres de especificidad, es insuficiente muchas veces, y la labor de los taxónomos debe realizarse con cautela, sobre todo cuando se trabaja con material sujeto a una marcada variabilidad somática.

« La sistemática del futuro debe interpretar las formas naturales fundándose, principalmente, en las experiencias de hibridación y en las investigaciones que se realicen sobre el comportamiento de los cromosomas desde un punto de vista filogenético. »

V

Conclusiones

La presente investigación ha tenido por objeto el estudio de los cromosomas durante la espermatogénesis de cuatro géneros de acridios sudamericanos.

El estudio se ha realizado, particularmente, sobre la condición de los cromosomas durante la metafase y la anafase, a fin de establecer las relaciones de tamaño, la forma, el comportamiento y número de los elementos en *Schistocerca paranensis* Burm., *Elaeochlora viridicata* Serv., *Diedronotus discoideus* Serv., y *Chromacris miles* Drury.

En *Schistocerca paranensis*, existen 23 cromosomas espermatogoniales constituidos por once pares de homólogos y el cromosoma accesorio que, ordenados en serie ascendente, se distribuyen en tres pares pequeños, cinco medianos, tres grandes y el accesorio que es impar, siendo de los mayores del complejo.

Elaeochlora viridicata tiene en la espermatogonia 23 cromosomas, distribuidos en dos pares pequeños, cuatro intermedios, tres medianos y dos grandes. El cromosoma accesorio se halla ubicado entre el mayor de los medianos y el primero de los dos pares grandes.

El complejo espermatogonial de *Diedronotus discoideus* lleva 23 cromosomas ordenados en la siguiente serie: tres pares de elementos pequeños, cinco medianos y tres grandes. El accesorio se halla entre los tres pares grandes del grupo.

En *Chromacris miles* existen también 23 elementos espermatogoniales, siendo el accesorio uno de los mayores de la serie.

En las cuatro especies mencionadas, todos los cromosomas goniales son telomíticos y bastoniformes, hallándose dispuestos radialmente en la placa ecuatorial. La mitosis de la espermatogonia divide a todos los elementos ecuacionalmente.

Los cromosomas de *Elaeochlora* son más largos que los de *Schistocerca*. Lo mismo se ha observado en *Chromacris* con respecto a *Diedronotus*.

En el espermatozocito primero se constituyen once tetradas y una diada que es el accesorio, presentándose, en las cuatro especies, las formas típicas de los acridios.

Las relaciones de tamaño en el espermatozocito primero son, generalmente, las mismas que se encuentran en los pares espermatogoniales.

Se ha observado fluctuación en la forma de los elementos anulares, los cuales se presentan en número variable en el mismo individuo.

El comportamiento de los elementos en cada complejo no es similar en el mismo individuo. Hay cromosomas que se adelantan o retardan en el sincronismo de la mitosis.

Por el hecho de poseer todas las tetradas de tipo homomórfico, no ha sido posible hallar, en *Schistocerca paranensis*, pares heteromórficos. Se ha constatado igual observación con respecto a las otras tres especies.

Por carecer de diferenciación morfológica particular, no ha sido posible establecer el método por el cual se divide una tetrada, en lo referente al momento y modo de segregación de sus homólogos, durante las dos mitosis de maduración.

El cromosoma accesorio, desde las generaciones espermatogoniales hasta la formación de las espermátidas, mantiene nítidamente su individualidad típica.

En la mitosis primera el accesorio pasa indiviso, en forma de diada, a uno de los polos, realizando una segregación que tiene lugar en el cien

por ciento de los casos. Durante la mitosis del espermatozoido segundo se divide este cromosoma ecuacionalmente.

Existe un dimorfismo de los espermatozoidos segundos en las cuatro especies, debido a la distribución desigual del accesorio en la primera mitosis.

En cada especie, las relaciones de tamaño y forma se ponen claramente en evidencia en los espermatozoidos segundos, manteniéndose la constancia observada en los homólogos de la espermatogonia.

Cada uno de los géneros posee una individualidad propia en la organización celular, siendo paralela, en este sentido, con la posición taxonómica estable de cada género.

El autor hace una discusión de la literatura y los principales resultados obtenidos.

VI

Bibliografía

1. LITERATURA SOBRE ORTÓPTEROS ¹

- ARTOM, C., 1909, *Cromosomi ed eterocromosomi nelli cinesi spermatogenetiche di Stauronotus maroccanus Thunb.*, in *Biologica*, vol. 2.
- BAUMGARTNER, W. J., 1902, *Spermatid transformation in Gryllus assimilis with special reference to the Nebenkern*, in *Kansas U. Science Bulletin*, vol. 1, n° 2.
- 1904, *Some new evidences for the individuality of the chromosomes*, in *Biol. Bull.*, vol. 8, n° 1.
- 1929², *Die Spermatogenese bei einer Grille, Nemobius fasciatus*, in *Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikros. Anat.*, Bd. 9, H. 4.
- BELAR, K., 1928, *Über die Naturtreue des fixierten Präparats*, in *Verhandl. d. V. Kongr. f. Vererbungswissenschaft*, Bd. I.
- 1929, *Beiträge zur Kausalanalyse der Mitose. II. Untersuchungen an den Spermatozyten von Chorthippus (Stenobothrus) Lineatus Panz.*, in *W. Roux Archiv. f. Entwicklungsmechanik*, Bd. 118.
- BRUNELLI, G., 1907, *Contributo alla conoscenza della spermatogenesi negli Ortoteri*, in *Atti della R. Acad. dei Lincei*, tomo 16.
- 1909, *La spermatogenesi del « Gryllus desertus » Pall. Divisioni spermatogoniali e maturative*, in *Reale Accademia dei Lincei*, tomo 2, serie 5^a.
- 1910, *La spermatogenesi della Tryxalis. Divisioni spermatogoniali*, in *Memorie della Società Italiana Scienze*, tomo 16, serie 3^a.
- 1911, *La spermatogenesi della Tryxalis. Divisione maturative*, in *Reale Accademia dei Lincei*, tomo 8, serie 5^a.

¹ Se han publicado listas sobre la literatura de los ortópteros por McClung (1914, 1917, 1927) y por Mohr (1916).

² Esta publicación se recibió estando ya por salir de la imprenta nuestro trabajo, siéndonos, por tanto, imposible comentarlo como hubiese sido nuestro deseo.

- BUCHNER, P., 1909, *Das accesorisches Chromosom in Spermatogenese und Oogenese der Orthopteren, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Reduktion*, in *Archiv für Zellforschung*, Bd. 3, Hft. 3.
- BÜTSCHLI, O., 1871, *Nähere Mitteilungen über die Entwicklung und den Bau der Samenfäden der Insecten*, in *Zeitschr. f. wissensch. Zoologie*, Bd. 21.
- CARNOY, J. B., 1885, *La cytodierèse chez les Arthropods*, in *La Cellule*, tome 1.
- CAROTHERS, E. E., 1913, *The Mendelian ratio in relation to certain Orthopteran chromosomes*, in *Journ. Morph.*, vol. 24, n° 4.
- 1917, *The segregation and recombination of homologous chromosomes as found in two genera of Acrididae (Orthoptera)*, in *Jour. Morph.*, vol. 28, n° 2.
- 1921, *Genetical behavior of heteromorphic homologous chromosomes of Circotettix (Orthoptera)*, in *Jour. Morph.*, vol. 35, n° 2.
- 1926, *The maturation divisions in relation to the segregation of homologous chromosomes*, in *Quart. Review of Biology*, vol. 1, n° 3.
- CARROLL, M., 1920, *An extra dyad and extra tetrad in the spermatogenesis of Camnula pellucida (Orthoptera); numerical variations in the chromosome complex within the individual*, in *Jour. Morph.*, vol. 34, n° 2.
- DAVIS, H. S., 1908, *Spermatogenesis in Acrididae and Locustidae*, in *Bull. Museum Comp. Zool.*, Harvard College, vol. 53, n° 2.
- EISENTRAUT, M., 1926 a, *Die spermatogonialen Teilungen bei Acridiern mit besonderer Berücksichtigung der Überkreuzungsfiguren*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 127.
- 1926 b, *Über das Auftreten von Chromosomenbläschen in den Reifeteilungen einiger Acridier*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 128.
- v. ERLANGER, R., 1897, *Spermatogenetische Fragen. III*, in *Zool. Zentralblatt*, Bd. 4.
- FARMER J. B. and MOORE, J. E. S., 1905, *On the meiotic phase (reduction divisions) in animals and plants*, in *Quart. Jour. Micr. Sci.*, vol. 48.
- GERARD, P., 1909 a, *Recherches sur la réduction Karyogamique dans la spermatogénèse de « Stenobothrus biguttulus » (L.)*, in *Bull. Société Roy. Sciences med. nat. de Bruxelles*, n° 1.
- 1909 b, *Recherches sur la spermatogénèse chez « Stenobothrus biguttulus » (Linn.)*, in *Archives de Biologie*, tome 24.
- GIGLIO-TOS, E., 1908, *I mitochondri nelle cellule seminali maschili di « Pamphagus marmoratus »*, in *Biologica*, vol. 2, n° 4.
- GILSON, G., 1884, *Étude comparée de la spermatogénèse chez les arthropods*, in *La Cellule*, tome 1.
- GRANATA, L., 1910, *La cinesi spermatogenetiche di « Pamphagus marmoratus » (Burm.)*, in *Archiv für Zellforschung*, Bd. 5.
- GUTHERZ, S., 1907, *Zur Kenntnis der Heterochromosomen*, in *Archiv für mikros. Anat.*, Bd. 69.
- 1908, *Ueber Beziehungen zwischen Chromosomenzahl und Geschlecht*, in *Centralbl. f. Physiol.*, Bd. 22, n° 2.
- 1909 a, *Weiteres zur Geschichte des Heterochromosomen von « Gryllus domesticus »*, in *Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde*, n° 7.
- 1909 b, *Wird die Annahme einer Beziehung zwischen Heterochromosomen und Geschlechtsbestimmung durch das Studium der Gryllus-Oogenese widerlegt?* in *Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde*, n° 9.
- 1911, *Ueber den gegenwärtigen Stand der Heterochromosomen-Forschung, nebst*

- Bemerkungen zum Problem der Geschlechtsdifferenzierung, in *Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde*, Berlin.
- HAECKER, V. U. EISENTRAUT, M., 1925, *Ueber das Vorkommen Ueberkreuzungsfiguren ausserhalb der Diakinese*, in *Zeitschr. f. Indukt. Abstammungs. u. Vererbungslehre.*, Bd. 38.
- HARMAN, M. T., 1915, *Spermatogenesis in Paratettix*, in *Biol. Bull.*, vol. 29.
- 1920, *Chromosome studies in Tettigidae. II. Chromosomes of Paratettix BB and CC and their hybrid BC*, in *Biol. Bull.*, vol. 38, n° 4.
- HARTMAN, F., 1913 a, *Variations in the size of chromosomes*, in *Biol. Bull.*, vol. 24, n° 4.
- 1913 b, *Giant germ cells in the grasshopper*, in *Biol. Bull.*, vol. 24, n° 4.
- HOGBEN, L. T., 1920, *Parallel conjugation and the prophase complex in Periplaneta with special reference to the premeiotic telophase*, in *Proc. Roy. Soc., serie B.*, vol. 91, n° B 640.
- HONDA, H., 1926, *The chromosomes numbers and the multiple chromosomes in « Gryllinae »*, in *Proc. Imp. Acad. Sciences*, Tokyo, vol. II, n° 10.
- JANSSENS, F. A., 1919 a, *À propos de la chiasmotypie et de la théorie de Morgan*, in *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, tome 32.
- 1919 b, *Une formule simple exprimant ce qui se passe en réalité lors de la « chiasmotypie » dans les deux cinèses de maturation*, in *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, tome 32.
- 1924 b, *La chiasmotypie dans les insectes. Spermatogénèse dans (1) « Steiophyma grossum » (L.); (2) « Chorthippus parallelus » (Zetterstedt)*, in *La Cellule*, tome 34.
- JORDAN, H. C., 1908 a, *The accessory chromosome in Aplopus mayeri*, in *Anat. Anz.*, Bd. 32, n°s 11-12.
- 1908 b, *The spermatogenesis of Aplopus mayeri*. Pub. n° 102, Carnegie Inst.
- KING, R. L., 1923, *Heteromorphic homologous chromosomes in three species of Pseudotrimerotropis (Orthoptera: Acrididae)*, in *Jour. Morph.*, vol. 38, n° 1.
- 1924, *Material for demonstrations of the accessory chromosome*, in *Science*, vol. 60, n° 1555.
- KITAO, Z., 1929, *Notizen über die Spermatogenese bei « Oxia japonica » Willemsen*, in *Jour. Coll. Agric. Univ. Tokyo*, vol. X, n° 2.
- KOWALSKI, J., 1925, *Les phénomènes de cata- et d'anachromase dans les autosomes et l'hétérochromosome des cinèses spermatogoniales de deux Orthoptères: Stenobothrus vegans Fieb. et Acrotylus insubricus Scop.*, in *La Cellule*, vol. XXXVI.
- LEWIS, M. E. and ROBERTSON, W. R. B., 1916, *The mitochondria and other structures observed by the tissue culture method in the male germ cells of Chorthippus curtipennis Scudd.*, in *Biol. Bull.*, vol. 30, n° 2.
- MCCLEUNG, C. E., 1899, *A peculiar nuclear element in the male reproductive cells of insects*, in *Zool. Bull.*, vol. 2, n° 4.
- 1900, *The spermatocyte divisions of the Acrididae*, in *Kansas U. Quarterly*, vol. 9, n° 1.
- 1902 a, *Notes on the accessory chromosome*, in *Anat. Anz.*, Bd. 20, n°s 8-9.
- 1902 b, *The accessory chromosome-sex determinant?* in *Biol. Bull.*, vol. 3, n°s 1-2.
- 1902 c, *The spermatocyte divisions of the Locustidae*, in *Kansas U. Sci. Bull.*, vol. 1, n° 8.

- MCCLUNG, C. E., 1905, *The chromosome complex of Orthopteran spermatocytes*, in *Biol. Bull.*, vol. 9, n° 5.
- 1908 a, *Cytology and taxonomy*, in *Kansas U. Sci. Bull.*, vol. 4, n° 7. También, in *Proc. Seventh Intern. Zool. Congress.*
 - 1908 b, *The spermatogenesis of Xiphidium fasciatum*, in *Kansas U. Sci. Bull.*, vol. 4, n° 11.
 - 1914, *A comparative study of the chromosomes in Orthopteran spermatogenesis*, in *Jour. Morph.*, vol. 25, n° 4.
 - 1917, *The multiple chromosomes of Hesperotettix and Mermiria (Orthoptera)* in *Jour. Morph.*, vol. 29, n° 2.
 - 1927 a, *Synapsis and related phenomena in Mecostethus and Leptysma (Orthoptera)*, in *Jour. Morph. and Physiol.*, vol. 43, n° 2.
 - 1927 b, *The chiasmatype theory of Janssens*, in *Quart. Rev. Biol.*, vol. 2, n° 3.
 - 1928 a, *The generic constancy of a particular chromosome in Mecostethus gracilis, lineatus and grossus*, in *Archives de Biologie*, tome XXXVIII, fasc. 4.
 - 1928 b, *Differential chromosomes of Mecostethus gracilis*, in *Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikr. Anat.*, Bd. 7, Hft. 5.
- MACHIDA, J., 1917, *The spermatogenesis of an Orthopteran, Atractomorpha bedeli Bolin.*, in *Jour. Coll. Agric. Univ. Tokyo*, vol. 6.
- MC NABB, J. W., 1928, *A study of the chromosomes in meiosis, fertilization, and cleavage in the grasshopper egg (Orthoptera)*, in *Jour. Morph. and Physiol.*, vol. 45, n° 1.
- MALAN, D. J. and D. E., 1925, *The spermatogenesis of « Locustana pardalina » (Walker) (The brown trek locust)*, in *Transactions of the Royal Society of South Africa*, vol. XIII, part. 1.
- MEEK, C. F. U., 1911, *The spermatogenesis of « Stenobothrus viridulus », with special reference to the heterotropic chromosome as a sex determinant in grasshoppers*, in *Linnean Society's Jour. Zool.*, vol. 32, n° 208.
- 1912 a, *A metrical analysis of chromosome complexes, showing correlation of evolutionary development and chromatin thread-width throughout the animal kingdom*, in *Philosoph. Transaction Roy. Soc. of London*, series B, vol. 203.
 - 1912 b, *The correlation of somatic characters and chromatin rod-lengths, being a further study of chromosome divisions*, in *Linnean Society's Jour. Zool.*, vol. 32.
 - 1913, *The metaphase spindle in the spermatogenetic mitoses of « Forficula auricularia »*, in *Quart. Jour. Micr. Sci.*, vol. 59, part 2.
 - 1914 a, *The possible connection between spindle length and cell volume*, in *Proc. Zool. Soc. of London*, March.
 - 1914 b, *A note upon chromosomes dimensions*. Separate publication.
 - 1914 c, *The mitosis spindle in the spermatocytes of « Forficula auricularia »*. Separate publication.
 - 1920, *A further study of chromosome dimensions*, in *Proc. Roy. Soc.*, serie B, vol. 21, n° 637.
- MOHR, O. L., 1915, *Sind die Heterochromosomen wahre Chromosomen? Untersuchungen über ihr Verhalten in der Orogenese von Leptophytes punctatissima*, in *Archiv. f. Zellforschung*, Bad. XIV, Hft. 2.
- 1916, *Studien über die Chromatinreifung der männlichen Geschlechtzellen bei « Locusta viridissima »*, in *Arch. de Biol.*, tomo 29.

- MOHR, O. L., 1919, *Mikroskopische Untersuchungen zu Experimenten über den Einfluss der Radiumstrahlen und der Kältewirkung auf die Chromatinreifung und das Heterochromosom bei Decticus verrucivorus*, in *Archiv f. mikros. Anat.*, Bd. 92.
- MONTGOMERY, T. H., 1905, *The spermatogenesis of « Sybula and Lycosa », with general considerations upon chromosome reduction and the heterochromosomes*, in *Proc. Academy Nat. Sci.*, Philadelphia, February.
- MOORE, J. E. S. and ROBINSON, L. E., 1905, *On the behavior of the nucleolus in the spermatogenesis of « Periplaneta americana »*, in *Quart. Jour. Micr. Sci.*, vol. 48.
- MORITA, J., 1927 a, *Contribution à l'étude de la fixité du nombre des chromosomes. I. Les chromosomes dans la première cinèse spermatocytaire de « Mecostethus grossus » (Linn.) (Orthoptère)*, in *Bull. Biol. France-Belgique*, vol. 61.
- 1927 b, *Contribution a la fixité du nombre des chromosomes. II. Les chromosomes de la 2^o cinèse spermatocytaire de Mecostethus grossus (Linn.) (Orthoptère)*, in *Bull. Biolog. France et Belgique*, vol. 61, fasc. 4.
- 1927 c, *Les chromomes dans la cinèse I spermatocytaire de « Mecostethus » [sic] (« Mecostethus ») grossus (L.) (Orthoptère)*, in *Comp. Rend. Soc. Biol.*, tome 96.
- MORSE, M., 1909, *The nuclear components of the sex cells of four species of cockroaches*, in *Archiv f. Zellforschung*, Bd. 3, Heft. 3.
- NOWLIN, N., 1908, *The chromosome complex of « Melanoplus bivittatus » Say*, in *Kansas U. Sci. Bull.*, vol. 4, n° 12.
- 1913, *Cytological studies of femur rubrum and other Melanopli*, in *Kansas U. Sci. Bull.*, vol. 6, n° 7.
- OGUMA, K., 1921, *The idiochromosomes of the Mantis*, in *J. College Agr.*, vol. 10, n° 1.
- OTTE, H., 1906, *Samenreifung und Samenbildung von Locusta viridissima*, in *Zool. Anz.*, Bd. 30, nos 17-18.
- 1907, *Samenreifung und Samenbildung bei Locusta viridissima*, in *Zool. Jahrb. Abt. f. Anat.*, Bd. 24.
- PAYNE, F., 1912, *The chromosomes of « Gryllotalpa borealis » Burm.*, in *Archiv. f. Zellforschung*, Bd. 9, n° 1.
- 1914, *Chromosomal variations and the formation of the first spermatocyte chromosome in the European earwig, Forficula sp.*, in *Jour. Morph.*, vol. 25.
- 1916, *A study of the germ cells of « Gryllotalpa borealis » and « Gryllotalpa vulgaris »*, in *Jour. Morph.*, vol. 28, n° 1.
- PINNEY, E., 1908, *Organization of the chromosomes in « Phrynotettix magnus »*, in *Kansas U. Sci. Bull.*, vol. 4, n° 14.
- PLOUGH, H. H., 1917, *Cytoplasmic structures in the male germ cell of « Rhomaleus micropterum » Beauv.*, in *Biol. Bull.*, vol. 32, n° 1.
- RANDOLPH, H., 1908, *On the spermatogenesis of the earwig, « Anisolabis maritima »*, in *Biol. Bull.*, vol. 15, n° 2.
- VOM RATH, O., 1891, *Ueber die Reduktion der chromatischen Elemente in der Samenbildung von « Gryllotalpa vulgaris » Latr.*, in *Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg*.
- 1892, *Zur Kenntnis der Spermatogenese von « Gryllotalpa vulgaris »*, in *Archiv f. mikros. Anat.*, Bd. 40.
- RAYBURN, M. F., 1917, *Chromosomes of Nomotettix*, in *Univ. of Kans. Sc. Bull.*, vol. 10, n° 13.

- ROBERTSON, W. R. B., 1908, *The chromosome complex of « Syrbula admirabilis »*, in *Kansas U. Sci. Bull.*, vol. 4, n° 13.
- 1915, *Chromosome studies III. Inequalities and deficiencies in homologous chromosomes : their bearing upon synapsis and the loss of unit characters*, in *Jour. Morph.*, vol. 26.
- 1916, *Chromosome studies I. Taxonomic relationships shown in chromosomes of « Tettigidae » and other subfamilies of the « Acrididae » : V-shaped chromosomes and their significance in « Acrididae », « Locustidae » and « Gryllidae » : chromosomes and variations*, in *Jour. Morph.*, vol. 27.
- 1917, *Chromosome studies IV. A deficient supernumerary accessory chromosome in a male of « Tettigidae parvipennis »*, in *Univ. of Kansas Sci. Bull.*, vol. 10, n° 14.
- 1929, *Chromosome studies V. The Retention of diploidy in Partheno-produced « Tettigidae », including two rare males, and the tendency of chromosomes to persist in their original gametic position in the cells of these and their biparentally produced relatives (Apotettix eurycephalus and Paratettix texanus)*. En prensa.
- SAEZ, F. A., 1927, *Algunas consideraciones técnicas sobre el estudio de los cromosomas*, en *Physis* (Rev. Soc. Argent. de Ciencias Naturales), tomo VIII.
- 1929, ¿ *Puede la citología influir en la orientación de los problemas taxonómicos?* en *Rev. Soc. Entomológica Argentina*, n° 10, Buenos Aires.
- ST. GEORGE, V., LA VALETTE, 1887, *Zelltheilung und Samenbildung bei Forficula auricularia*. Festschrift für Albert Kölliker.
- SHELLENBERG, A., 1913, *Das accesorisches Chromosom in den Samenzellen der Locustide Diestramena marmorata de Hahn*, in *Archiv f. Zellforschung*, Bd. 11, Hft. 4.
- SCHREINER, A. & K. F., 1908, *Gibt es eine parallele Konjugation der Chromosomen?* in *Videnskabs-Selskabets Skrifter Math. Naturv. Klasse*, n° 4.
- SENNA, A., 1911, *La spermatogenesi di « Grillotalpa vulgaris » Latr.*, in *Archives de Zool. Exp.*, tome 54.
- DE SINEY, R., 1901, *Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes*, in *La Cellule*, tome 19.
- STEVENS, N. M., 1905, *Studies on spermatogenesis with special reference to the « accessory chromosome »*. Pub. n° 36, Carnegie Inst.
- 1910, *An unequal pair of heterochromosomes in Forficula*, in *Jour. Exp. Zool.*, vol. 8, n° 2.
- 1912, *Supernumerary chromosomes and synapsis in « Ceutophilus »*, in *Biol. Bull.*, vol. 22.
- SUTTON, W. S., 1900, *The spermatogonial divisions in « Brachystola magna »*, in *Kansas U. Quarterly*, vol. 9, n° 2.
- 1902, *On the morphology of the chromosome group in « Brachystola magna »*, in *Biol. Bull.*, vol. 4, n° 1.
- 1903, *The chromosomes in heredity*, in *Biol. Bull.*, vol. 4, n° 5.
- VEJDOVSKY, F., 1913, *Zum Problem der Vererbungsträger*, in *Konigl. Böhmische Ges. Wiss. Prag*.
- VESELY, J., 1912, *Ovogenetické studie I.*, in *Sitzungsber. d. kgl. Böhm. Ges. d. Wiss. Math. Naturv. Classe*, n° 15.
- 1913, *Zur Struktur des Monosoms in der Spermatogenese der Orthopteren*, in *Anat. Anz.*, Bd. 43.

- VOÏNOV, D. N., 1904, *Sur une disposition spéciale de la chromatine dans la spermatogénèse du « Gryllus campestris »*, in *Arch. Zool. Expér. et Générale*, tome 2.
- 1912, *La spermatogénèse chez « Gryllotalpa vulgaris » Latr.*, in *Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie*, tome 72, mars 13.
- 1914 a, *Recherches sur la spermatogénèse du « Gryllotalpa vulgaris » Latr.*, in *Arch. de Zool. Exp.*, tome 54.
- 1914 b, *Sur un nouveau mécanisme déterminant le dimorphisme des éléments sexuels ; chromosome à polarité variable*, in *Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie*, tome 76.
- 1923, *Sur une nouvelle inclusion cytoplasmique prenant part à la formation du perforateur dans les éléments mâles du « Gryllotalpa vulgaris »*, in *Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie*, tome 88, mars 1.
- WASSILIEFF, A., 1907, *Die Spermatogenese von Blatta germanica*, in *Arch. f. mikros. Anat.*, Bd. 70.
- WENRICH, D. H., 1914, *Synapsis and the individuality of the chromosomes*, in *Science*, vol. 41, n° 1055.
- 1916, *The spermatogenesis of Phrynotettix magnus with special reference to synapsis and the individuality of the chromosomes*, in *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.*, vol. 60.
- 1917, *Synapsis and chromosome organization in Chorthippus (Stenobothrus) curtipennis and Trimerotropis suffusa*, in *Jour. Morph.*, vol. 29.
- WILCOX, E. V., 1895, *Spermatogenesis of « Caloptenus femur-rubrum » and Cicada tibicen*, in *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.*, vol. 27, n° 1.
- 1896, *Further studies on « Caloptenus femur-rubrum »*, in *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.*, vol. 29, n° 4.
- 1897, *Chromatin tetrads*, in *Anat. Anz.*, Bd. 14 n° 7.
- 1901, *Longitudinal and transverse divisions of chromosomes*, in *Anat. Anz.*, Bd. 19, n° 13.
- WINIWARTER, H. DE, 1927, *Étude du cycle chromosomique chez diverses races de « Gryllotalpa gryll. (L.)*, *Archives de Biologie*, tome XXXVII, fac. 4.
- 1927, *Les Phénomènes intimes de la parasynédèse*, in *Compt. rend. de l'Association des Anatomistes*, 22^e Réunion, Londres.
- WOOLSEY, C. E., 1915, *Linkage of chromosomes correlated with reduction in numbers among the species of a genus, also within a species of the Locustidae*, in *Biol. Bull.*, vol. 28.
- ZWEIGER, H., 1906 a, *Die Spermatogenese von « Forficula auricularia »*, in *Zool. Anz.*, Bd. 30, n° 7.
- 1906 b, *Die Spermatogenese von « Forficula auricularia » L.*, in *Jenaische Festschrift*, Bd. 42.

2. LITERATURA SOBRE TEMAS AFINES TRATADOS

- ALLEN, E., 1916, *Studies on cell division in the albino rat. II. Experiments on technique, with description of a method for demonstrating the cytological details of dividing cells in brain and testis*, in *Anat. Rec.*, vol. 10.
- GELEI, J., 1921, *Weitere Studien über die des « Dendrocoelum lacteum »*. II. *Die Längskonjugation der Chromosomen*, in *Arch. f. Zellforsch.*, Bd. 16, Hft. 1.

- GREGOIRE, V., 1905, *Les résultats acquis sur les cineses de maturation dans les deux regnes. Première mémoire. La Cellule*, t. XXII, fasc. 3.
- 1910, *Les Cineses de maturation dans le deux regnes. L'unité essentielle du processus méiotique. Seconde mémoire. La Cellule*, t. XXVI, fasc. 2.
- OGUMA, K. et KIHARA, H., 1923, *Étude des chromosomes chez l'homme*, in *Arch. de Biol.*, tome 38, fasc. 3.
- PARMENTER, CH. L., *Chromosome number and pairs in the somatic mitoses of « Ambystoma tigrinum »*, in *Jour. Morph.*, vol. 33, n° 1.
- REHN, J. A. G., 1919, *A study of the orthopterous genus « Mermiria » Stal.*, in *Proc. Acad. Nat. Sc. Phil.*, March.
- SAEZ, F. A., 1929, *Les carmin acétique ferrique dans l'étude des chromosomes des animaux*, in *Arch. Soc. Biol. Montevideo*, vol. 1, n°s 1, 2, 3.

Enero de 1930.

EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

Las figuras han sido dibujadas con ayuda de la cámara clara de Abbe, estando el papel sobre la mesa de trabajo al mismo nivel que el microscopio y con el tubo a 160 milímetros. El aumento original es en todas las figuras de 2720 diámetros, habiéndose reducido para la reproducción a 1712.

Se ha empleado para la ejecución de los dibujos el objetivo Reichert 18*a*, de fluorita a inmersión en aceite, de 1,5 milímetros ab. numérica 1,30 y un ocular compensador de 12 (\times 17) de la misma casa.

LÁMINA I

Fig. 1. — Vista polar de una metafase espermatoginal de *Schistocerca paranensis*. Nótese el aspecto granular del cromosoma accesorio. La célula tiene su juego completo de 23 cromosomas.

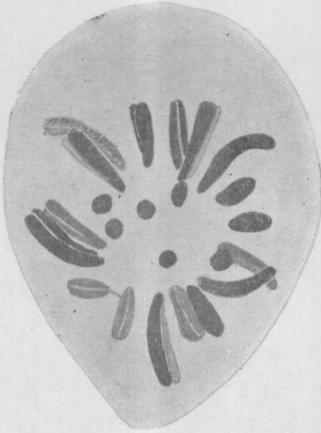
Fig. 2. — Metafase de la espermatogonia de *Elaeochlora viridicata* con 23 cromosomas dibujadas desde uno de los polos. Un elemento ha sido dibujado afuera por encontrarse superpuesto en el lugar indicado.

Fig. 3. — Algunos cromosomas espermatogoniales de *Elaeochlora viridicata*, durante la metafase vista en un corte oblicuo al eje del huso. Se distinguen claramente el hendimiento longitudinal de todos los elementos y el aspecto granular del cromosoma accesorio.

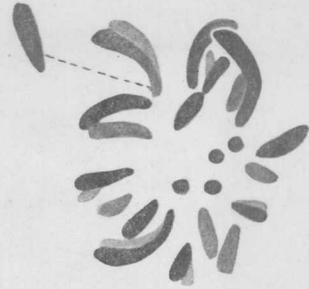
Fig. 4. — Placa ecuatorial de la espermatogonia de *Diedronotus discoideus*, con sus 23 cromosomas.

Fig. 5. — Una célula espermatogonial de *Chromacris miles*, vista desde uno de los polos durante la metafase. Sólo se encuentran 22 elementos presentes. El cromosoma accesorio se distingue por su aspecto granular característico.

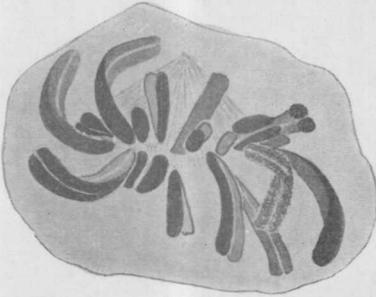
Fig. 6. — Un espermatocono primero de *Schistocerca paranensis* visto desde, uno de los polos durante la metafase. Están presentes las 11 tetradas y el accesorio que puede verse en toda su longitud.



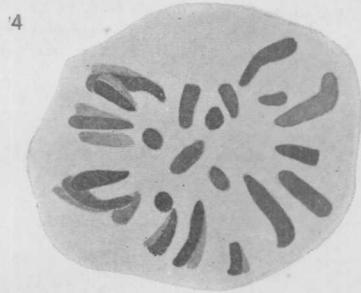
1



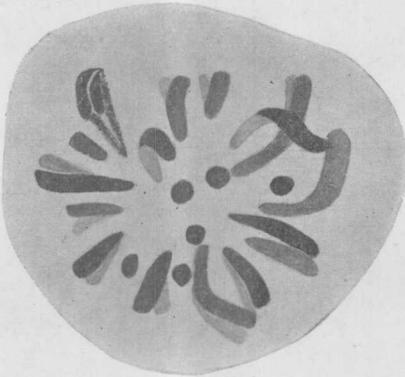
2



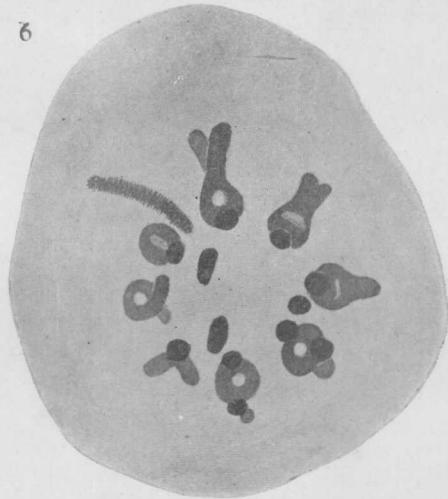
3



4



5



6

LÁMINA II

Fig. 7. — Vista lateral de la anafase del espermatocito primero en *Schistocerca paranensis*, donde se pone de manifiesto el anacronismo diferente de algunas tetradas del complejo.

Fig. 8. — Espermatocito primero de *Schistocerca paranensis* durante el período final de la anafase.

Fig. 9. — Placa metafísica del espermatocito primero de *Elaeochlora viridicata*, con sus 12 cromosomas.

Fig. 10. — Una metafase de *Elaeochlora viridicata*, vista desde el eje del huso. Nótese que el accesorio situado a la izquierda no se adelanta mucho del resto de los euromosomas. Están presentes los 12 cromosomas.

Fig. 11. — Vista polar de un espermatocito primero de *Diedronotus*, con sus 12 cromosomas.

Fig. 12. — Una anafase temprana del espermatocito primero de *Diedronotus discoideus*, observada desde el eje del huso.

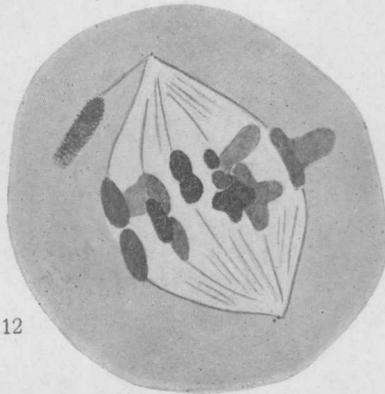
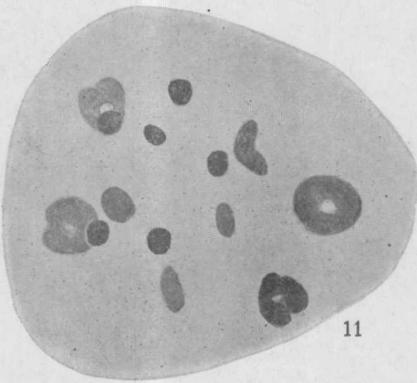
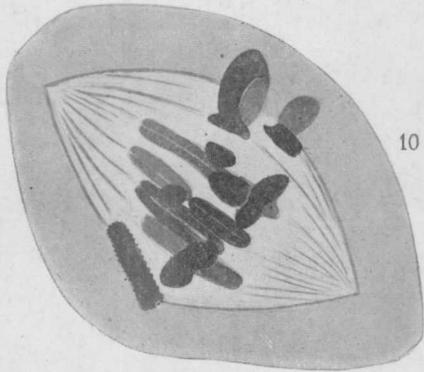
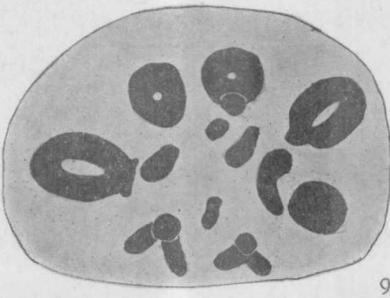
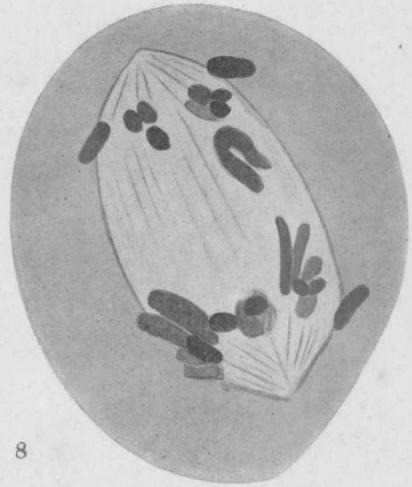
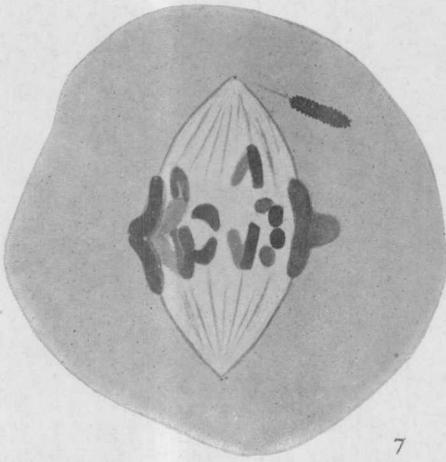
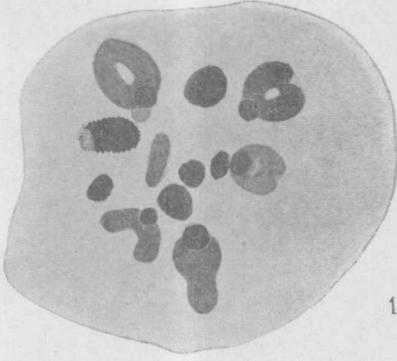


LÁMINA III

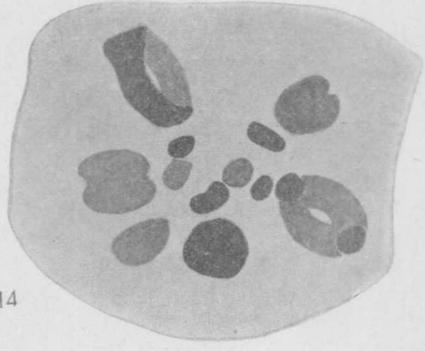
Figs. 13, 14, 15 y 16. — Espermátocitos primeros de *Chromacris miles*, en vista polar durante la metafase. En la figura 13, el cromosoma accesorio ha sido cortado oblicuamente.

Fig. 17. — Aspecto de perfil de la tetrada grande de *Elaeochlora viridicata*, durante el final de la metafase, comparada con algunos elementos del complejo.

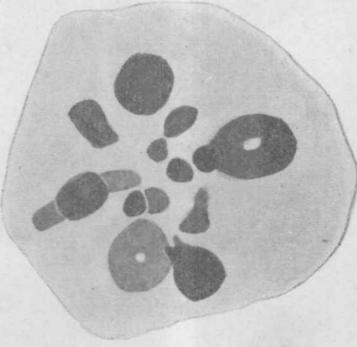
Fig. 18. — Vista lateral del espermátocito primero de *Elaeochlora viridicata*, durante la ascención polar anafásica. La célula tiene todos los cromosomas. Hacia el polo superior marchan 12 y hacia el polo inferior se dirigen 11 diadas.



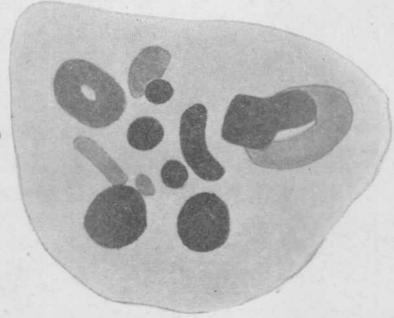
13



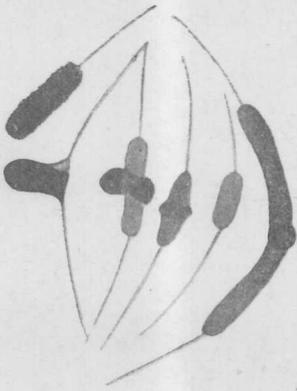
14



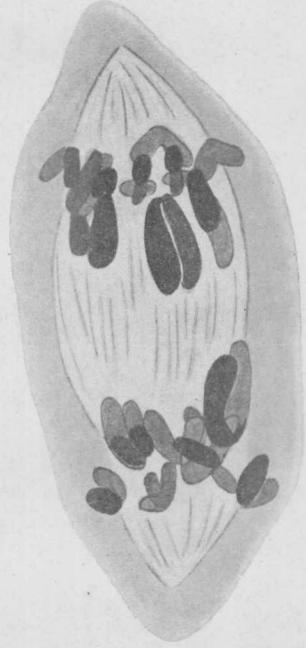
15



16



17



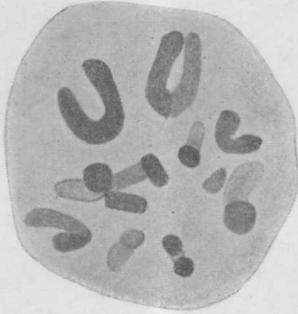
18

LÁMINA IV

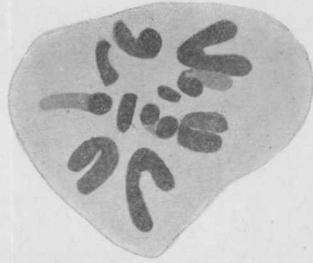
Figs. 19 y 20. — Vista polar de la anafase del espermatocono primero de *Elaeochlora*. En la figura 19 hay 12 diadas y en la figura 20 está ausente el accesorio y por tanto hay 11 diadas.

Figs. 21 y 22. — Espermatoconos segundos de *Schistocerca*, con 12 y 11 cromosomas respectivamente.

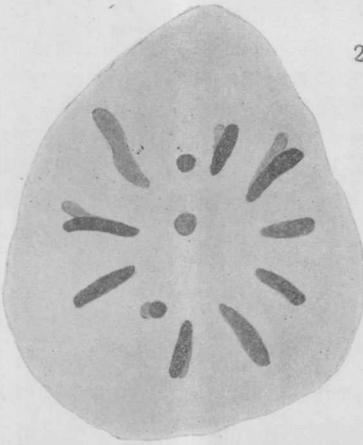
Figs. 23 y 24. — Espermatoconos segundos de *Elaeochlora viridicata*, con 12 y 11 diadas respectivamente. En la figura 23 se nota al cromosoma accesorio con su contorno rugoso, separado en sus 2 mónadas.



19



20



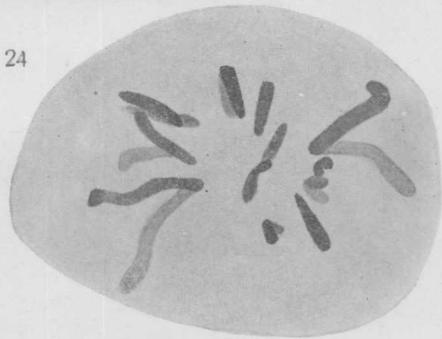
21



22



23



24

LÁMINA V

Fig. 25. — Comienzo de la anafase en el espermatocito segundo de *Elaeochlora viridicata*, vista en un corte lateral ligeramente oblicuo.

Fig. 26. — Anafase del espermatocito segundo de *Elaeochlora viridicata*, vista de lado. Hacia el polo superior ascienden 12 mónadas.

Figs. 27 y 28. — Espermatocitos segundos de *Diedronotus*, con 12 y 11 cromosomas respectivamente.

Figs. 29 y 30. — Vistas polares de los espermatocitos segundos de *Chromacris miles*, con 12 y 11 cromosomas respectivamente.

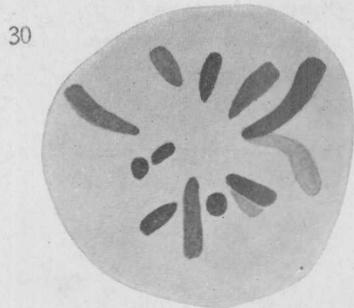
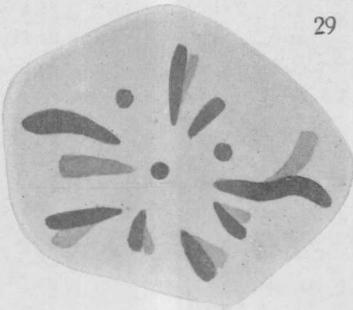
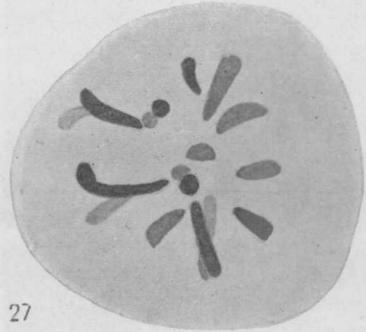
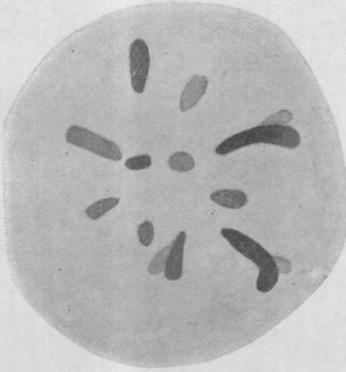
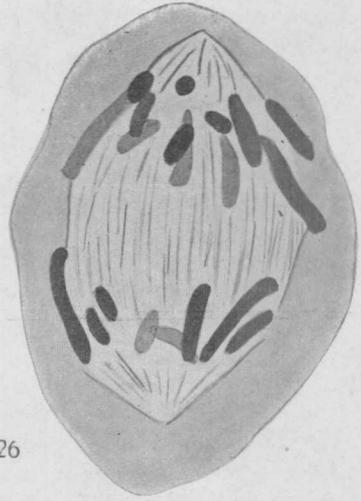


LÁMINA VI

En esta lámina están representados los complejos de cromosomas de *Schistocerca paranensis*, ordenados en serie con la mayor aproximación de acuerdo a sus tamaños relativos. Todos ellos pertenecen a un mismo individuo estando presentes las distintas generaciones celulares.

Las hileras horizontales corresponden a distintas células o complejos del mismo individuo. Los cromosomas particulares de cada complejo están representados por las hileras verticales, de manera que los mismos cromosomas se corresponden siempre en la misma columna, en células diferentes.

Todos los elementos están dispuestos de tal manera que la extremidad proximal se halla siempre hacia abajo. Los números colocados en la parte superior indican los distintos elementos del complejo, que forman la serie. Los números situados a la izquierda significan el orden de las figuras, de modo que a cada célula corresponde una figura.

El cromosoma accesorio ha sido alojado teniendo en cuenta su tamaño, en el sitio correspondiente al número 11 de la serie.

Fig. 31. — Los pares espermatogoniales distribuidos en serie ascendente.

Fig. 32. — El complejo del espermatocito primero exhibiendo sus formas características.

Fig. 33. — Otra célula con sus 12 elementos (espermatocito primero). El cromosoma accesorio (número 11) ha sido cortado transversalmente.

Figs. 34 y 35. — Dos complejos del espermatocito primero. Nótese la similitud en los tamaños comparados con la serie espermatogonial de la figura 31.

Fig. 36. — Un espermatocito segundo con 11 cromosomas. Falta el accesorio.

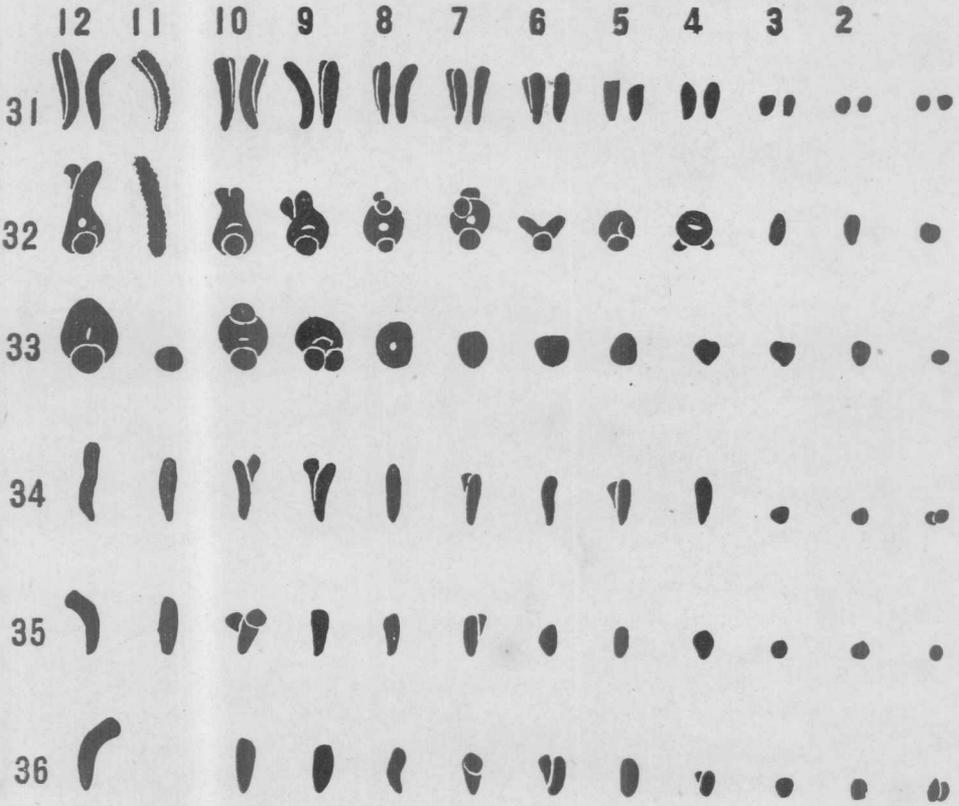


LÁMINA VII

Los cromosomas de *Elaeochlora viridicata*.

Lo dicho con respecto a la lámina anterior es válido para la presente.

Fig. 37. — Los cromosomas espermatogoniales ordenados en pares, dibujados tal como se observan en vista polar. El cromosoma accesorio se halla situado en el número 10.

Figs. 38 y 39. — Vistas polares de los complejos de dos espermatocitos primeros. Se distingue fácilmente la variación de forma de los elementos 5, 6, 7 y 12.

Fig. 40. — Vista lateral de los 12 cromosomas durante la metafase, del espermatocito primero.

Figs. 41 y 42. — Los elementos de la figura 18, lámina III, ordenados en serie. En la figura 42 falta el cromosoma número 10, que es el accesorio.

Figs. 43 y 44. — Espermatocitos segundos con 12 y 11 cromosomas respectivamente.



LÁMINA VIII

Los cromosomas de *Diedronotus discoideus*.
La misma explicación general que la lámina VI.

Fig. 45. — La serie de cromosomas espermatogoniales. El accesorio se encuentra situado en el número 10.

Figs. 46, 47 y 48. — Tres células que muestran la composición del complejo en el espermatocito primero. Hay variabilidad en los elementos números 7 y 9. El cromosoma accesorio (nº 10) se presenta de tres modos diferentes, debido al ángulo distinto en que ha sido dibujado.

Figs. 49 y 50. — Las series del espermatocito segundo con 12 y 11 cromosomas respectivamente.

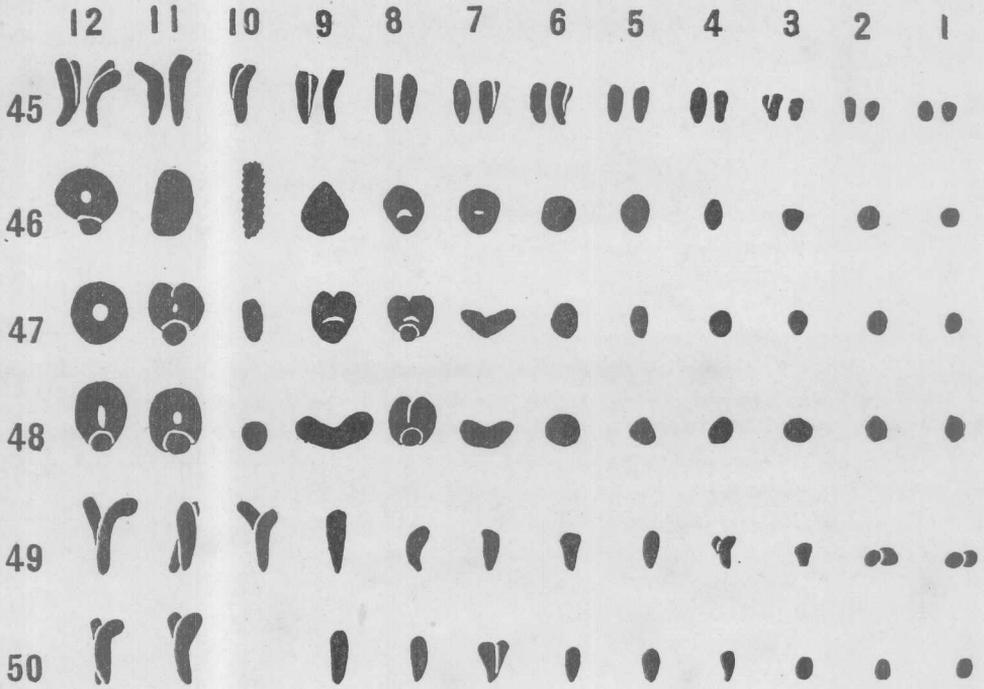


LÁMINA IX

Los cromosomas de *Chromacris miles*.

La misma explicación general que en la lámina VI.

Fig. 51. — Los cromosomas espermatogoniales ordenados en parejas. Siendo el accesorio el más largo de la serie, ha sido situado en el número 12. En el número 11 hay sólo un cromosoma en virtud de que la célula dibujada tenía 22 elementos, faltando el homólogo correspondiente.

Figs. 52 y 53. — Dos espermatocitos primeros en serie lineal. La variación más acentuada se encuentra en el elemento 9.

Figs. 54 y 55. — Las dos clases de espermatocitos segundos. En el cito con 11 cromosomas falta el mayor de la célula, que es el accesorio.

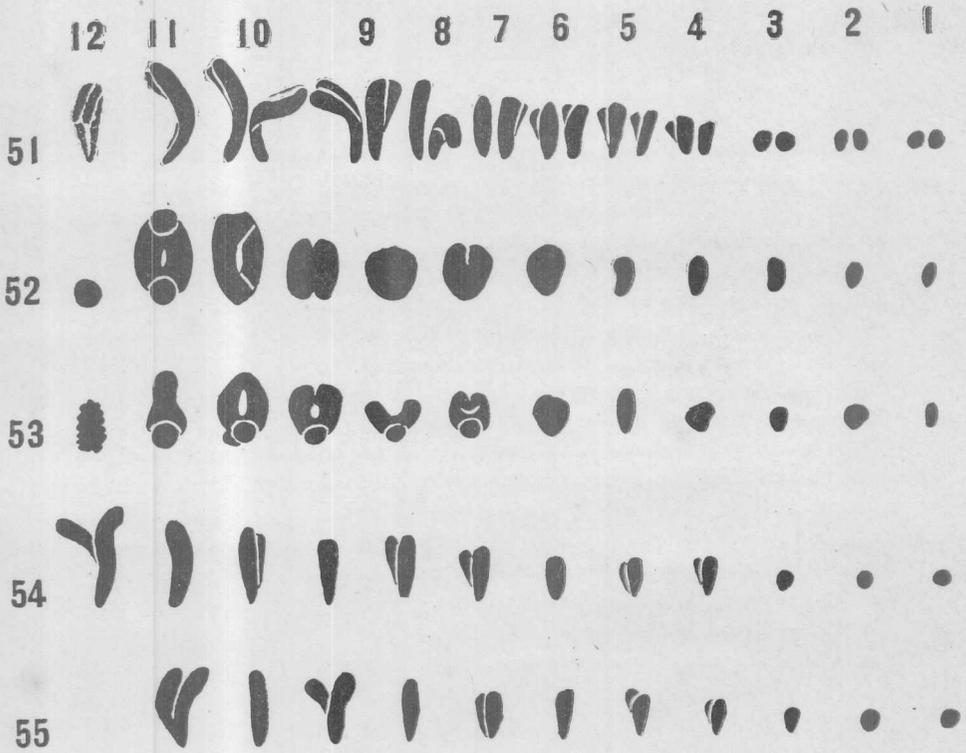


LÁMINA X

En esta lámina se ha dibujado los cromosomas de las cuatro especies correspondientes a las series espermatogoniales (figs. 56-59) y del espermatozoido primero (figs. 60-63). Nótese los diferentes tamaños de los elementos en las mismas generaciones espermatogoniales.

Fig. 56. — Los cromosomas goniales de *Schistocerca paranensis*.

Fig. 57. — Ídem, ídem de *Elaeochlora viridicata*.

Fig. 58. — Ídem, ídem de *Diedronotus discoideus*.

Fig. 59. — Ídem, ídem en *Chromacris miles*.

Comparando los distintos tamaños puede verse que los elementos de *Chromacris* y *Elaeochlora*, son mayores que los de *Schistocerca* y *Diedronotus* respectivamente.

Fig. 60. — La serie del espermatozoido primero de *Schistocerca paranensis*.

Fig. 61. — Ídem de *Elaeochlora viridicata*.

Fig. 62. — Ídem de *Diedronotus discoideus*.

Fig. 63. — Ídem de *Chromacris miles*.

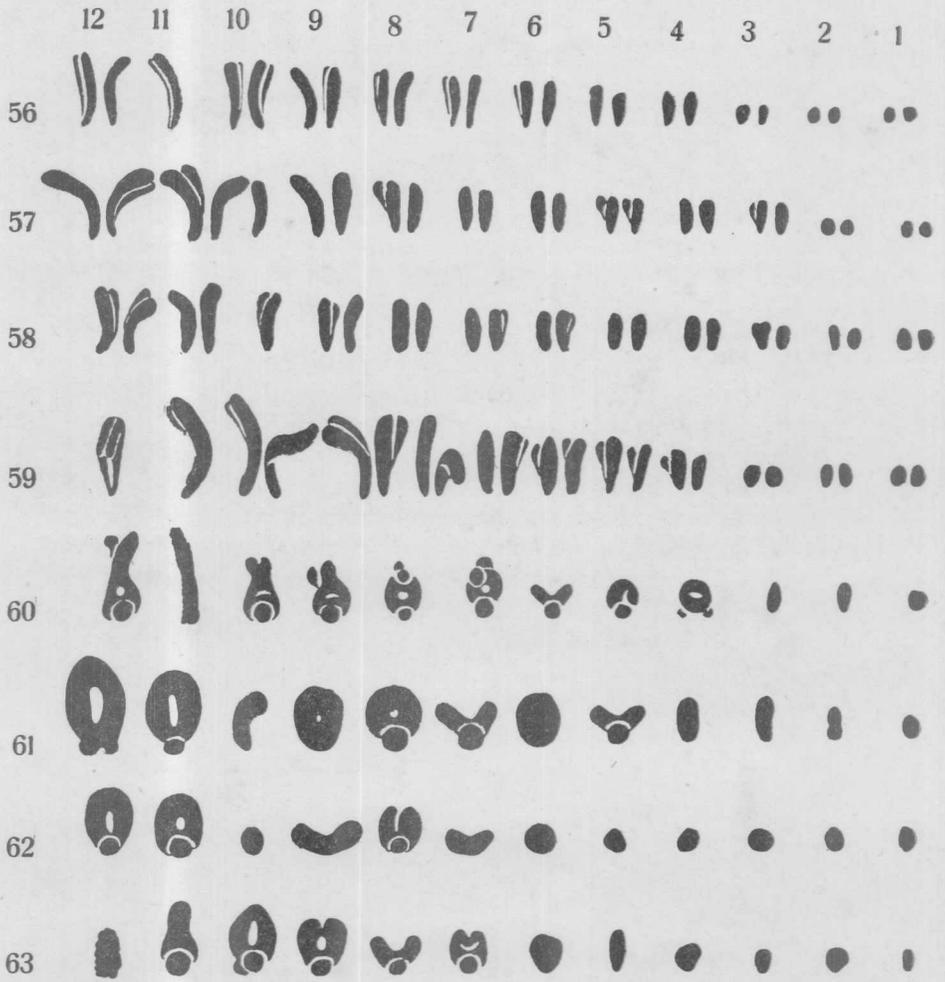


LÁMINA XI

Los cromosomas de los espermatoцитos segundos de las cuatro especies ordenados en serie comparativa.

Figs. 64 y 68. — Los dos espermatoцитos de *Schistocerca paranensis*.

Figs. 65 y 69. — Ídem, ídem de *Elaeochlora viridacata*.

Figs. 66 y 70. — Ídem, ídem de *Diedronotus discoideus*.

Figs. 67 y 71. — Ídem, ídem de *Chromacris miles*.

Se comprueban las mismas relaciones de tamaño de los citos segundos en cada especie con respecto a las generaciones espermatoгонiales. Los cromosomas mayores pertenecen a *Elaeochlora* y *Chromacris*.

