

ESTADO DE LAS INVESTIGACIONES
SOBRE
CITOLOGIA DE LAS VARIEDADES DE « SCHISTOCERCA PARANENSIS » (*)

II

Por FRANCISCO ALBERTO SAEZ (*)

Entre las numerosas formas recogidas y criadas con el objeto de investigar las distintas variedades de la langosta *Schistocerca paranensis*, estudio que realizo desde hace algún tiempo, respondiendo a una invitación que me fuera hecha por la Comisión Central de Investigaciones sobre la langosta del Ministerio de Agricultura de la Nación, para colaborar en el problema de la diferenciación de las diferentes variedades de estos insectos, se encuentran algunos individuos que me fueron gentilmente proporcionados por el doctor don Carlos Bruch.

Este material es proveniente del cruzamiento de un macho de *Schistocerca paranensis* con una hembra de *Schistocerca cancellata*.

Dado el interés que presentaba este material, se dedicó especial atención a fin de comprobar si existen características diferenciales que permitan individualizar a estos híbridos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtenidos unos cuantos individuos adultos descendientes de la pareja *Sch. paranensis* × *Sch. cancellata*, fijáronse sus gónadas en la variante del líquido de Allen (picroformol-cromo-acético) adicionando una gota de una solución acuosa al 50 por ciento de ácido crómico,

(*) Trabajo realizado en carácter de becado de Ciencias Naturales por la Comisión Nacional de Cultura.

(*) Del Laboratorio de Citología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de La Plata y del Instituto de Anatomía General y Embriología de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Buenos Aires.

por cada cc. de la mezcla picroformol-acética. El aclaramiento en aceite de cedro seguido de un rápido paso en xilol, inclusión en parafina y cortes de 12 y 15 μ , han resultado más convenientes. Tinción en hematoxilina férrica de Heidenhain y diferenciación en solución saturada de ácido pícrico.

Los dibujos se efectuaron por medio de la cámara clara de Abbe, estando el papel al nivel de la mesa. Se emplearon el objetivo Zeiss apocromático 120 y el ocular compensador 20. El aumento original es de 3840 diámetros, que se redujeron a 2560 para la reproducción.

OBSERVACIONES

Las divisiones espermatogoniales son en los individuos estudiados uniformes en cuanto al comportamiento y distribución de los cromosomas, no habiéndose observado en ninguno de los autosomas la presencia de constricciones, que pudiesen por su constancia topográfica revelar algún indicio estructural, fuera de la región donde se haya ubicado el centromero.

Respecto al grado de condensación, todos los elementos se hallan en el momento de la metafase idénticamente compactos. Tan sólo el cromosoma sexual muestra en la mayoría de los casos su contorno habitualmente rugoso y su estructura granular, debido a la menor concentración cromatinica, hecho éste por demás común en los ortópteros.

Se observa la presencia de 23 cromosomas en los machos y 24 en las hembras, número fundamental de la mayor parte de los géneros de acrididos. La ordenación de los cromosomas en el plano ecuatorial de las espermatogonias es en forma radial, estando los elementos grandes ubicados en la periferia y los más pequeños en el centro de la placa (lám. III, fig. 1 y lám. I, fig. 1).

Es posible que este arreglo de los cromosomas responda a que no presentan diferencias marcadas entre las cargas electrostáticas de los elementos de distinto tamaño. Los cromosomas más grandes son generalmente curvados, en tanto que los medianos se muestran como bastones rectos, siendo los más pequeños de aspecto puntiforme.

La forma del cromosoma es típicamente telomítica, con el centromero ubicado en su extremidad proximal (lám. I, fig. 1 y lám. III, fig. 1).

Las relaciones de tamaño tal como ilustra la figura 1 y el diagrama 1, ponen en evidencia que existen 3 parejas de homólogos grandes, 5 medianas y 3 pequeñas.

La existencia de apareamiento somático sólo es posible observarla en parte entre algunos de los cromosomas medianos (lám. I, fig. 1 y lám. III, fig. 1).

Entre los cromosomas grandes, con excepción de la pareja situada a la izquierda de la placa que ilustra la figura 1, lámina I, no se comprueba tal distribución. Se debe esto a que los elementos mayores del complejo interfieren con los de menor tamaño al ordenarse en el huso de la metafase y también porque mecánicamente se desplazan mejor

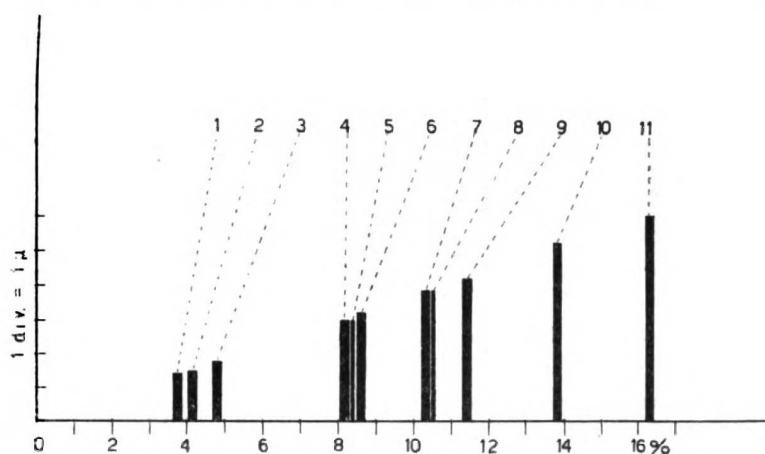


Diagrama 1. — Representación gráfica de las relaciones de tamaño de los cromosomas del espermatocito II con 11 elementos. Las ordenadas representan las longitudes actuales, siendo cada división igual a 1 micra. Las abscisas representan las longitudes proporcionales determinadas en forma de porcentaje de longitud o sea el largo total de todos los cromosomas (obtenido por la suma de las longitudes parciales) de cualquier complejo considerado como igual a 100. En la abscisa cada división es igual al 1 por cien.

los cromosomas medianos que los grandes. El número de elementos es por otra parte, un inconveniente en el caso de *Schistocerca*, puesto que es lo suficientemente elevado como para dificultar los movimientos de atracción de los homólogos dentro del núcleo. Probablemente por esta causa sea más frecuente observar apareamiento somático en los organismos con número bajo de cromosomas, tal como acontece, por ejemplo, en los dípteros, hemípteros y algunos marsupiales.

No hemos hallado fusión ni fragmentación de los cromosomas goniales en el presente material, así como tampoco la existencia de elementos supernumerarios.

Después de la última telofase gonial se inicia el período de crecimiento y con éste la profase meiótica. El material actual no es adecua-

do para realizar un análisis minucioso de la profase a partir del desdoblamiento inicial de los cromosomas paquiténicos, o sea el principio del estado diploténico. Desde el diploténico hasta la diacinesis se hallan algunos núcleos más o menos en condiciones de observación para la determinación de los quiasmas y la evolución de los mismos durante el proceso de terminalización o sea la disminución del número y alteración de la posición de los mismos. En algunos casos el número de núcleos con todo el grupo de bivalentes completo es reducido y en otros las condiciones de fijación no han permitido la exacta identificación de cada uno de los bivalentes respecto a la posición de los quiasmas, por cuya razón se han tenido que estudiar solamente algunos núcleos. En cambio, los bivalentes durante la metafase se encuentran en excelentes condiciones de fijación, por cuya causa han sido estudiados preferentemente.

Al ordenarse los cromosomas durante la metafase del espermatocito I se encuentran los 11 bivalentes y una diada que por su comportamiento diferencial y grado de condensación trátase del cromosoma sexual.

La distribución de los elementos en el huso es, como demuestra la lámina I, figura 2 y lámina III, figura 2, similar a la observada en el género *Schistocerca* (Saez, 1930). Las tetradas grandes ocupan la periferia alternando con los elementos medianos y los pequeños.

El cromosoma sexual que marcha precozmente en su ascensión anafásica, con respecto a los demás bivalentes (lám. III, fig. 3), puede encontrarse a veces retrasado en su camino y junto a los demás autosomas (lám. II, fig. 3).

En todas las metafases estudiadas, este cromosoma pasa indiviso a uno de los polos, cumpliendo por tanto en el cien por ciento de los casos una división segregatoria o reductora durante la primera mitosis de maduración.

Ya en el final de la anafase I el cromosoma sexual mantiene aún su estructura granular característica e irregularidad en el contorno, pudiéndose identificar con facilidad en las preparaciones diferenciadas a fondo.

La figura 4, lámina III, ilustra lo que hemos apuntado antes; en el polo superior se halla el cromosoma sexual que ha llegado conjuntamente con los demás elementos, los cuales alcanzan los polos al mismo tiempo que éste.

La forma de los bivalentes responde al tipo anular ecuatorial (láms. I y II, figs. 2, 3 y lám. III, fig. 2; fig. de texto 1, B, C, D y E),

es decir, un anillo cuya apertura descansa en el plano ecuatorial de la célula y es perpendicular al eje del huso. Únicamente los tres elementos pequeños tienen aspecto diferente insertándose verticalmente



Figura 1. — Los bivalentes durante el estado diploténico y la metafase mostrando la posición de los quiasmas. La primera hilera de arriba muestra los bivalentes correspondientes a un núcleo durante el diplotema. Las otras cuatro hileras corresponden a las diferentes configuraciones de los bivalentes pertenecientes a cuatro núcleos de distintos individuos durante la metafase I. Las dos hileras del centro (C, D) representan vistas polares, en tanto que las otras dos (B, E) muestran a los cromosomas de perfil. El número de quiasmas totales y terminales está indicado debajo de cada uno de los bivalentes. La suma de los quiasmas totales y terminales para cada núcleo está indicada a la derecha de cada hilera. El cromosoma sexual está indicado por una X.

en el huso, de manera que sus extremos distales se hallan unidos por un quiasma, mientras que el centromero se halla ubicado en la extremidad opuesta que mira hacia los polos (fig. 1, B y E, cromosomas 9, 10 y 11).

Los bivalentes más grandes generalmente tienen durante la metafase dos quiasmas, uno proximal al centromero y el otro terminal, lo

cual les da la forma anular-ecuatorial tan característica en los acridinos con cromosomas telomíticos. La localización de los quiasmas cerca de la inserción del huso hace que la relación entre el tamaño y la frecuencia de quiasmas sea indirecta, tal como acontece en este caso, donde existe una variación marcada, de uno $\frac{2}{3}$ seis, entre las longitudes relativas de los cromosomas. De ahí que aún los bivalentes más cortos tengan casi el mismo número de quiasmas que los elementos largos del complejo, tal como puede verse en el cuadro, en el diagrama 2, y en la figura 1, donde se ha establecido la frecuencia de los quiasmas durante el estado diploténico y la metafase.

Frecuencia de quiasmas durante los estadios diploténico y metafase

Estadios	Número de quiasmas					Total de quiasmas	Total de quiasmas terminales	Promedio de quiasmas por bivalente	Promedio de quiasmas por núcleo	Coeficiente de terminalización
	1	2	3	4	5					
Diploténico . . .	12	7	3	—	—	35	13	1,60	17,5	0,37
Por ciento de bivalentes	54	32	14	—	—					
Metafase	28	24	3	—	—	85	47	1,55	17	0,55
Por ciento de bivalentes	51	44	5	—	—					

En la figura 1. A, se ha dibujado un núcleo con los bivalentes durante el estado diploténico, siendo éste uno de los pocos núcleos que han podido hallarse completos y con los cromosomas fijados en condiciones que permita el análisis de los quiasmas. Los demás núcleos metafásicos que se hallan debajo del anterior (B, C, D y E), corresponden a cuatro individuos diferentes. Las configuraciones observadas responden siempre al tipo anular ecuatorial a que me he referido antes. La hilera inferior correspondiente al núcleo del individuo E presenta a los bivalentes en un tamaño más reducido debido a que fué dibujado a menor aumento y no por ser los elementos de este individuo más pequeños que los otros tres.

El tercer bivalente metafásico de los cuatro individuos (B, C, D y E) de la figura 1 no obstante ser uno de los más largos del grupos tiene generalmente un quiasma intersticial localizado en la región cercana al centromero, por tanto proximal a éste, presentando sus brazos distales abiertos, sin que se hayan unido por un quiasma terminal. Al-

gunas veces este bivalente se presenta tal como se le observa en el individuo E, constituyendo un largo elemento vertical bastoniforme. Seguramente el movimiento de terminalización ayudado en parte por la separación anafásica, produce esta configuración al final de la me-

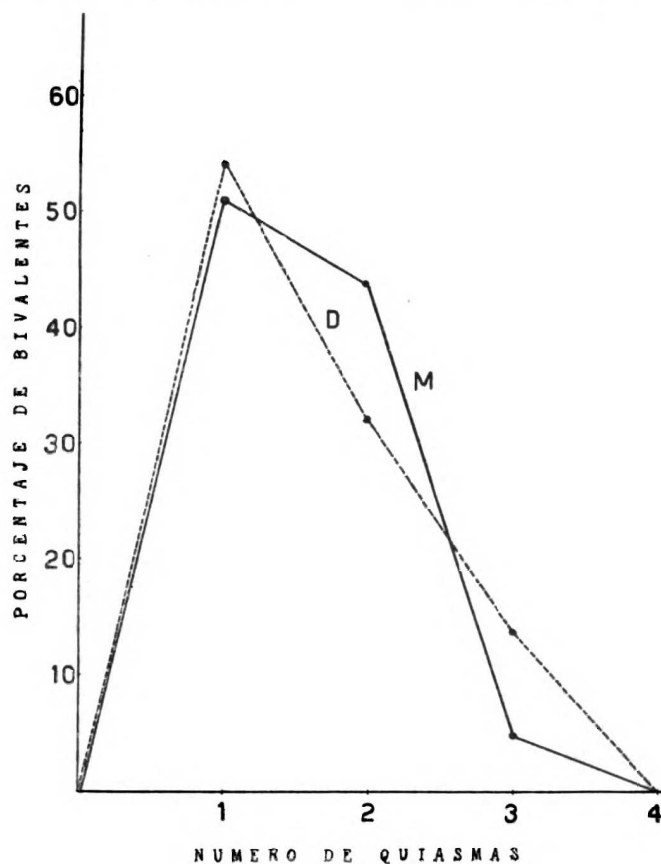


Diagrama 2. — Demostración gráfica de la frecuencia de quiasmas durante los estadios diplotémico D y metafásico M.

tafase, de manera que las cromátidas de los homólogos se hallan unidas en este momento por un quiasma terminal, apareciendo el bivalente como un bastón largo inserto verticalmente en el huso.

Los cromosomas del espermatocito II muestran las mismas relaciones de tamaño que los espermatogoniales. Esta circunstancia ha sido aprovechada ventajosamente para estudiar las longitudes relativas de

los mismos tal como ilustra el diagrama 1. Como en esta generación celular cada pareja de homólogos está representada por uno sólo de sus miembros, se facilita la determinación correcta de las parejas, eliminando los errores que implicaría el medir cada uno de los homólogos del par. De este modo, midiendo los elementos del espermato-cito II se tiene una visión más exacta de las dimensiones relativas de los cromosomas espermatogoniales (gráfico 1).

Efectuada una revisión de las anafases I y II, no se encontró ninguna célula que presentase puentes cromatínicos dicéntricos que acusasen la presencia de *crossing-over* en las inversiones, a fin de establecer el coeficiente de hibridación tal, como lo ha demostrado Darlington (1936) para poner de manifiesto el equilibrio de hibridismo en distintas poblaciones naturales. En este material no se han podido hallar células en estas condiciones.

CONCLUSIONES

Por el presente estudio se ha puesto de manifiesto el comportamiento citológico del híbrido (*Schistocerca paranensis* × *Schistocerca cancellata*), habiéndose comprobado que posee el mismo número de cromosomas diploide que sus padres, o sea 23 en los machos y 24 en las hembras. Las relaciones de tamaño acusan la presencia de 3 pares de homólogos grandes, 5 medianos y 3 pequeños. La forma de los cromosomas somáticos es telomítica con el centromero ubicado en su extremidad proximal. El cromosoma sexual exhibe su comportamiento característico en todas las generaciones celulares, cumpliendo en el cien por ciento de los casos su segregación en la primera división meiótica.

En general los bivalentes tienen durante la metafase dos quiasmas, uno proximal al centromero y el otro terminal, lo cual les da la forma anular ecuatorial típica de los ortópteros con cromosomas telomíticos.

La localización de los quiasmas cerca del centromero da una relación indirecta entre el tamaño y la frecuencia de quiasmas, de donde resulta que los elementos más cortos tengan casi el mismo número de quiasmas que los cromosomas largos del complejo.

Se han estudiado además las configuraciones metafásicas de diferentes individuos y establecido comparativamente su comportamiento.

La Plata, julio 10 de 1938.

BIBLIOGRAFIA

- DARLINGTON, C. D. 1936. *Crossing-over and its mechanical relationships in Choristippus and Stauroderus*, en *Journ. Genet.*, vol. 33, n° 3.
- SAEZ, F. A. 1930. *Investigaciones sobre los cromosomas de algunos ortópteros de la América del Sur. I. Número y organización de los complejos en cuatro géneros de acridios*, en *Rev. Museo de La Plata*, vol. 32, pp. 317-361.

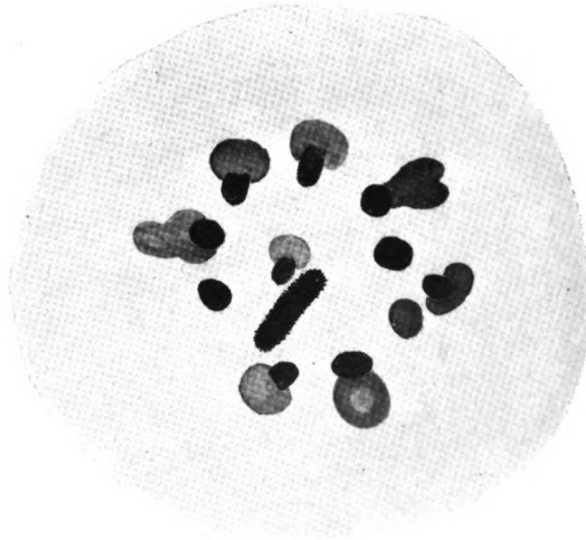
Résumé. — Il s'agit d'une étude cytologique de l'hybride *Schistocerca paranensis* × *Sch. cancellata*. L'auteur a vérifié l'existence respective de 23 et de 24 chromosomes dans le mâle et dans la femelle de même que dans leur père et mère. Les rapports de grandeurs établis sur les seconds spermatocytes et les espermatogones accusent la présence de trois grands couples, de cinq moyens et de trois petits. La forme des chromosomes correspond à l'élément télomitique avec le centromère placé à son extrémité proximale. Pendant la première métaphase, la configuration des bivalents présente le type d'anneau équatorial caractéristique de orthoptères à chromosomes télomitiques, dus à la présence de deux chiasmas, un proximal au centromère, et l'autre terminal. La localisation des chiasmas près du centromère fournit un rapport indirect entre leurs grandeurs et leurs fréquences, ce qui fait que les chromosomes plus courts ont presque le même nombre de chiasmas que les plus long du complexe. On a étudié la mesure de la fréquence de chiasmas pendant le diplotène et la métaphase méiotique, et établi le coefficient de terminalization.

LÁMINA I

1. Los 23 cromosomas de la espermatogonia durante la metafase.
2. Vista polar de la primera división meiótica mostrando el arreglo y posición de los bivalentes. El cromosoma sexual se distingue por su contorno rugoso.



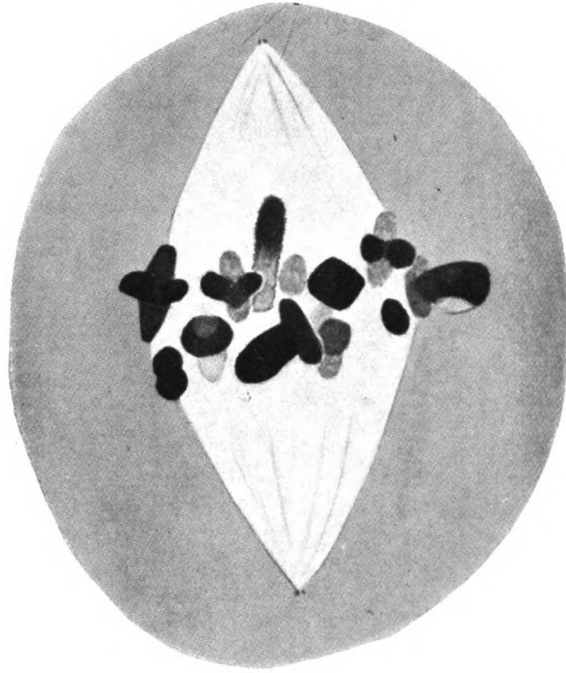
1



2

LÁMINA II

3. La primera división meiótica vista de perfil durante la metafase. Puede observarse al cromosoma sexual marchando hacia el polo superior.
4. Espermatocono II con 12 cromosomas durante la metafase.
5. Espermatocono II con 11 cromosomas en el mismo estado anterior.



3



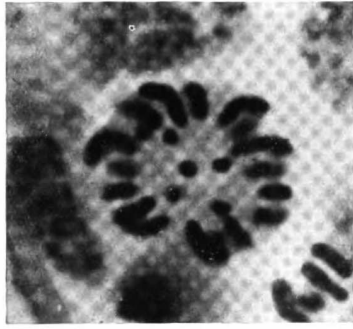
4



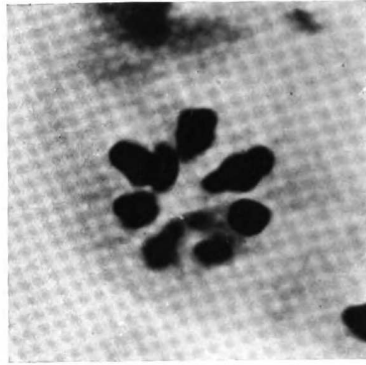
5

LÁMINA III

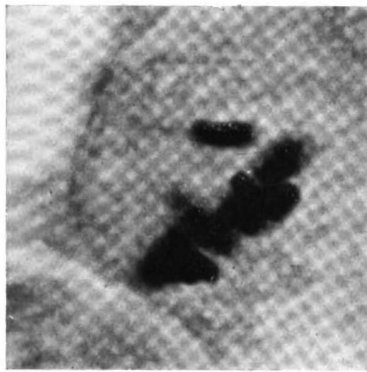
1. Una metafase espermatogonial mostrando todos los elementos ordenados radialmente excepto los seis cromosomas pequeños del complejo.
2. La primera división meiótica durante la metafase vista desde uno de los polos.
3. Metafase de la primera división meiótica vista de perfil. Nótese al cromosoma sexual que se adelanta hacia uno de los polos.
4. Anafase de la primera división meiótica. El cromosoma sexual mantiene su estructura granular característica en el polo superior.
5. Espermatozoides II, con 12 cromosomas durante la metafase. Esta fotografía corresponde al dibujo de la figura 4 (lám. II).
6. Espermatozoides II, con 11 cromosomas durante la metafase en vista polar. El dibujo de esta célula está representado en la figura 5 (lám. II).



1



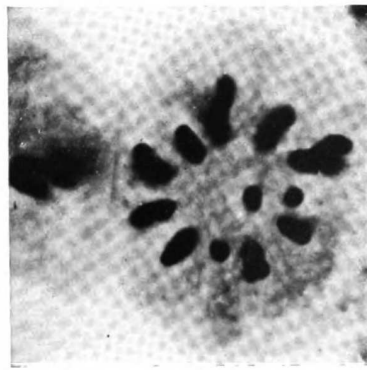
2



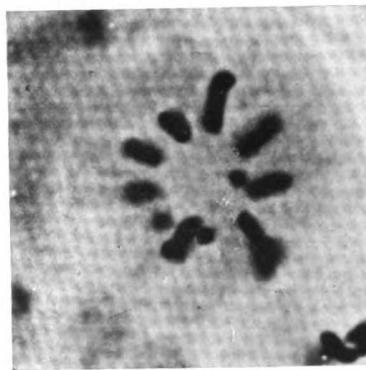
3



4



5



6