

SOLDADURA POR UMA DAS EXTRE- MIDADES DE DOIS CROMOSSÔMIOS HOMÓLOGOS DO TITYUS

S. de Toledo Piza Jor.

**Professor de Zoologia, Anatomia e Fisiologia da Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz" — Universidade de São Paulo**

ÍNDICE

Discussão	342
Summary	345
Literatura citada	346

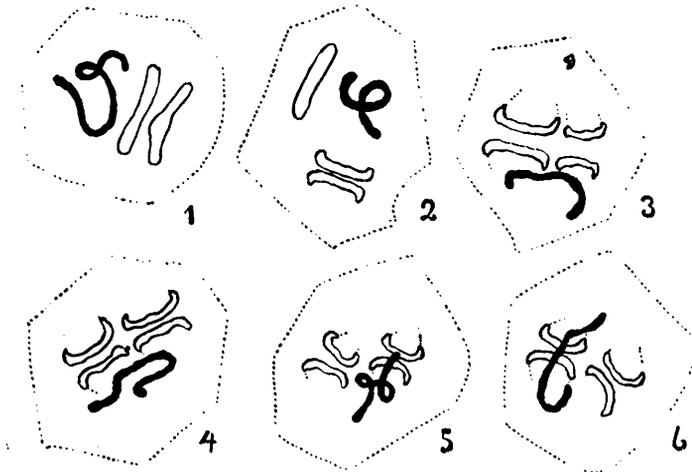
Com o intuito de estudar a ação da água quente sobre os cromossômios do *Tityus bahiensis*, dividi o testículo de dois indivíduos em duas partes mais ou menos iguais, submeti uma delas à ação da água quase fervente, durante um minuto, fixei-a imediatamente após em Allen-Bouin e incluí-a em parafina para a montagem de cortes. A outra parte foi fixada sem qualquer tratamento prévio. A parte tratada não deu nenhuma preparação que servisse para estudo, sendo as lâminas porisso abandonadas. A parte não tratada, porém, forneceu-me o assunto para a presente nota.

A existência de dois pontos de inserção nos cromossômios do *Tityus*, um em cada extremidade, favorecendo a fragmentação, tem produzido um grande número de anomalias cromossômicas, umas já estudadas (PIZA 1943, 1943a, 1944), outras apenas referidas (PIZA 1943a) e outras, finalmente, ainda por descrever. Quase se não encontra um indivíduo que não apresente pelo menos uma ou outra célula em que os cromossômios, devido a perda ou permuta de partes, se comportam, na melose, de maneira diferente da normal. As anomalias mais notáveis pela extensão são aquelas que interessam a todo o testículo. Outras interessam somente a um número maior ou menor de cistos, havendo aquelas que só se observam em raras células de um determinado cisto. Quanto à natureza, todas as anomalias são importantes, contribuindo, cada qual a seu modo, para uma melhor compreensão da fisiologia dos cromossômios.

Na presente nota pretendo descrever mais um caso de soldadura de cromossômios por uma das extremidades, tratando-se desta vez de cromossômios homólogos. (Cf. PIZA 1944).

Na parte não tratada do testículo de um dos machos utilizados neste estudo havia poucos cistos com espermatócitos primários em condições de poderem ser estudados. Estes se encontravam em metáfase ou anáfase. Nas células em metáfase havia dois pares de cromossômios que pelo aspecto, pelas dimensões e pela conduta, pareciam perfeitamente normais e um elemento duplo, dobrado ou recurvado das mais diferentes maneiras, que não podia deixar de ser o resultado de uma fu-

são por uma das extremidades, dos dois membros do outro par. (Figs. 1-6). As figuras aqui incluídas, melhor que qualquer descrição, mostram os aspectos mais interessantes que pude observar. Tôdas as células examinadas revelavam de maneira



Figs. 1-6 — Metáfases e anáfases do espermatócito primário vendo-se dois pares de cromossômios (em branco) e um cromossômio duplo resultante da fusão por uma das extremidades dos dois membros do outro par (em negro).

particularmente notável a curvatura dos cromossômios para os pólos respectivos. Tanto nas metáfases como nas anáfases podia-se constatar perfeita orientação dos cromossômios dos dois pares normais e incapacidade absoluta de se orientar por parte do elemento anormal. Ao passo que as fibras fusoriais que se destacavam das extremidades dos cromossômios normais podiam ser observadas, nada de semelhante foi possível descobrir nas extremidades livres do outro elemento, que se comportavam como se fôsssem acêntricas.

Em algumas células em metáfase os cromossômios normais se apresentavam pareados como de ordinário ao longo de tôda a sua extensão, isto é, mostravam-se perfeitamente paralelos entre si. Em outras êles se achavam menos distendidos

ou desviados do paralelismo habitual, como se a força de pareamento se houvesse prematuramente relaxado. Numa única célula foram encontrados dois pares de cromossômios e dois pequenos fragmentos não pareados. (Fig. 7). Um dos cromossô-

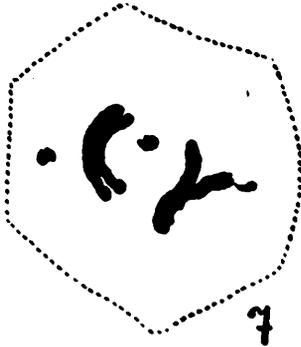


Fig. 7 — Espermatócito primário com dois pares de cromossômios e dois fragmentos.

mios apresentava numa das extremidades um pequenino fragmento prestes a se destacar de um dos cromatídios.

DISCUSSÃO

Nas observações acima referidas há um ponto que me parece merecer especial consideração. Trata-se do comportamento do cromossômio duplo. Conforme vimos, esse elemento se comporta como se fôsse um longo cromossômio inteiramente destituído de cinetocores: não se orienta e não se move ativamente, passando, como se depreende da sua colocação nas diversas células examinadas, passivamente, para um dos pólos, ou se distendendo em ponte livre entre os dois pólos. A soldadura dos cromossômios foi o resultado de fraturas terminais que suprimiram o cinetocore de uma das extremidades de cada um, dando origem aos fragmentos cêntricos acima referidos. Porém, como as extremidades livres do cromossômio complexo devem possuir o outro cinetocore, a inatividade desse cromossômio não pode ser atribuída à falta daquelas organelas. O cromossômio complexo, morfológicamente falando-se,

acha-se transformado num verdadeiro monovalente de tamanho duplo, provido, como os cromossômios normais do *Tityus*, de um cinetocore diferente em cada extremidade, sendo o seu comportamento na meiose idêntico ao dos monovalentes observados em outros organismos. (Cf. PIZA 1945, BLEIER 1931 e 1933).

Não há nos espermatócitos primários do caso de que estamos tratando nenhum elemento homólogo do cromossômio complexo e por conseguinte, visto tratar-se de um cromossômio provido de cinetocores, fica patente que o que mais influi na orientação e na movimentação dos cromossômios é a presença de um parceiro. Conforme se afirmou alhures (PIZA 1945), cromossômios destituídos de parceiros não se orientam e nem se movem ativamente, ficando, de conformidade com a sua situação no momento da divisão, numa ou outra das células resultantes.

Um outro ponto que merece discussão é a absoluta falta de pareamento entre os dois componentes do cromossômio complexo. De conformidade com a teoria clássica os gens homólogos se atraem determinando a união ponto por ponto dos cromossômios. Os genetistas oferecem como umas das melhores provas dessa atração gênica a formação de características alças nos cromossômios salivares da *Drosophila* quando um dos membros de um par sofreu a inversão de um segmento mais ou menos longo. Essa prova perdeu muito do seu primitivo valor desde que foi mostrado que a existência de uma só face de pareamento nos cromossômios (Dorso-ventralidade) produziria idêntico resultado até mesmo mediante uma simples rotação de um segmento intercalar, e sem que portanto haja qualquer alteração da ordem dos gens. (Cf. PIZA 1942).

As observações apresentadas neste trabalho também contrariam a idéia de uma atração ponto por ponto. Se existisse uma atração de pontos os dois cromossômios que se uniram por uma das extremidades deveriam parear-se ao longo do seu comprimento, dobrando-se simplesmente um sobre o outro se a união se deu pelas extremidades homólogas (Fig. 8, C) ou formando um anel se a fusão se processou pelas extremida-

des não homólogas (Fig. 8, D). No primeiro caso os gens estariam na mesma ordem nos dois braços do complexo (Fig. 8,A) e no segundo numa ordem invertida (Fig. 8, B). No caso presente o que se deu foi uma união pelas extremidades não ho-

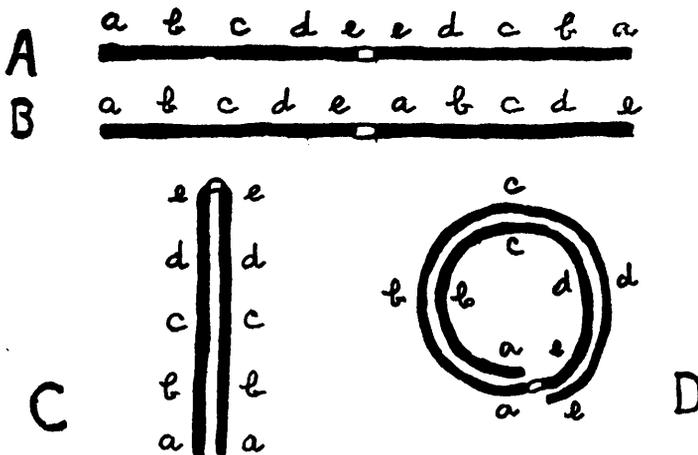


Fig. 8 — A) Ordem dos loci no caso de soldadura dos cromossômios homólogos pelas extremidades correspondentes; B) Ordem dos loci no caso da soldadura ter-se operado pelas extremidades não correspondentes; C) Modo de pareamento segundo a ordem A se tivesse havido atração ponto por ponto; D) Modo de pareamento esperado se a ordem fôsse B.

mólogas, o que se deduz do comportamento dos fragmentos livres que foram encontrados. O não pareamento desses fragmentos indica que eles pertencem a extremidades diferentes dos cromossômios que se uniram. Por conseguinte, se houvesse atração ponto por ponto, deveríamos encontrar na metáfase figuras em anel correspondentes às alças formadas pelos cromossômios salivares da *Drosophila* nos casos de inversão.

A união de dois cromossômios homólogos pelas pontas satisfizes por completo a necessidade de um pareamento mais íntimo, o que seria difícil de compreender se ao longo de cada membro do complexo existissem gens ativos se atraindo mutuamente. Dessa reunião resultou um todo novo que provável-

mente entraria em pareamento se por ventura se encontrasse em presença de um outro complexo que lhe fôsse inteiramente homólogo. Aliás, vimos numa série de trabalhos publicados neste mesmo volume, que os cromossômios dos Hemípteros possuem duas metades equivalentes e que nem porisso exercem qualquer atração uma sôbre a outra.

SUMMARY

In this paper the author describes a very interesting case of union of two homologous chromosomes of the scorpion *Tityus bahiensis* just by the opposite extremities. The two normal pairs of chromosomes behave as ordinarily, the members of each pair showing at times a slight disturbance in their regular parallelism. The complex chromosome, on the contrary, behaves itself as if it were devoid of kinetochores, that is, it does not orient like normal chromosomes nor reveal any kind of active movement. The fusion of the chromosomes has resulted from terminal breakage at the opposite ends, the corresponding fragments having been found unpaired in a cell in which two pairs of chromosomes were present. Consequently, the compound chromosome, like the normal ones, is provided with a kinetochore at each one of the free ends. Being thus a centric chromosome its behavior, or more exactly, its kinetic inactivity may be compared with that of the monovalents found elsewhere in meioses. It is due to the failure of a partner. The fusion of two homologous chromosomes has transformed them into a new chromosomal unit in whose corresponding parts the ability of pairing was entirely abolished. This result is in full contradiction with the theory of a point-to-point attraction between homologous chromosomes attributed to particular power of the genes, since, if genes really exist, being placed in their original loci, they would promote the union side by side of the members of the compound chromosome. If an attraction loci-to-loci should prevail the compound chromosome would be bent as in Fig. 8, C or form a ring similar to the loops observed in the inverted segment of sali-

vary chromosomes of *Drosophila*, as represented in the Fig. 8, D and this, in accordance with the order of the loci resulting from an union of corresponding or opposite ends of the fused chromosomes, as indicated in the Fig. 8 A and B. The evidence in hand points to a fusion by non homologous extremities. The expected rings, however, have never been found in metaphase plates. From this fact the author concludes that there is no point-to-point attraction between chromosomes, a conclusion in full agreement with the behavior of Hemipteran chromosomes which, in spite of being composed of two equivalent halves do not bend in order to adjust the corresponding loci. (Cf. the papers on Hemiptera published by the author in this volume).

LITERATURA CITADA

- BLEIER, H. 1931 — Zur Kausalanalyse der Kernteilung. *Genetica*, 13 :27-76.
- BLEIER, H. 1933 — Die meiose von Haplodiplonte. *Genetica*, 15: 129-136.
- PIZA, S. de Toledo, Jor. 1942 — Dorso-ventralidade dos cromossomos. *Rev. de Agr.* 17: 154-168.
- PIZA, S. de Toledo, Jor. 1943 — Meiosis in the male of the brasilian scorpion *Tityus bahiensis*. *Rev. de Agr.* 18: 248-276.
- PIZA, S. de Toledo, Jor. 1943a — A propósito da meiose do *Tityus bahiensis*. *Rev. de Agr.* 18: 351-369.
- PIZA, S. de Toledo, Jor. 1944 — A case of spontaneous end-to-end permanent union of two non homologous chromosomes in the brasilian scorpion *Tityus bahiensis* accompanied by irregularities in pairing. *Rev. de Agr.* 19 : 133-147.
- PIZA, S. de Toledo, Jor. 1945 — Comportamento do heterocromossômio em alguns Ortópteros do Brasil. *An. Esc. Sup. Agr. Luiz de Queiróz*, 2 :173-207.