

Uma raça cromossômica natural de *Tityus bahiensis* (Scorpiones-Buthidae)

S. de Toledo Piza Jor.

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

INDICE

Introdução	184	Cromossômios somáticos da	
Material e Métodos	185	fêmea	188
Espermatogônios	186	Mecanismo sexo-determi-	
Espermatócitos primários ..	186	nante	188
Cistos tetraplóides	187	Discussão	188
Espermatócitos secundários	187	Summary	190
		Literatura citada	192

INTRODUÇÃO

Tityus bahiensis, uma das espécies mais comuns de Escorpiões do Brasil, tem sido o objeto de repetidas investigações relativas à morfologia e ao comportamento de seus cromossômios na espermatogênese. Ficou estabelecido, numa série de publicações, que essa espécie possui apenas 6 cromossômios, fato esse constatado tanto nas células somáticas do embrião, como nos espermatogônios. (PIZA 1939, 1939a, 1941, 1943, 1943a, 1943b, 1944, 1946). Embora as fibras do fuso se prendam ao longo de todo o corpo dos cromossômios, estes foram considerados como possuindo apenas dois cinetocores, um em cada extremidade, de cuja atuação resulta a influência generalizada que faz com que o aparelho acromático se desenvolva em toda a extensão dos cromossômios. Aliás, que da atividade de cinetocores localizados pode se originar um sistema fibrilar completo relacionado com o cromossômio inteiro, ficou magnificamente demonstrado pelo comportamento do cromossômio extranumerário de *Narcissus*, recentemente estudado por FERNANDES (1946).

Os inconvenientes da dicentricidade dos cromossômios do *Tityus bahiensis* foram largamente compensados pelo desenvolvimento de um mecanismo que suprimiu inteiramente a formação de quismas e orienta os bivalentes, sempre formados por dois cromossômios dispostos paralelamente e sem qualquer torção de um sobre o outro, de tal modo, que a separação se processa sem rupturas. Apesar de ser esta a regra, nem por isso deixa de constituir a dicentricidade dos cromossômios ameaça constante para a sua integridade ou para a regularidade do seu comportamento. Um distúrbio na orientação — e isso deve ser esperado com frequência num organismo cujos cromossômios são normalmente dicêntricos — fará com que os cromossômios passem sem se separar para o mesmo pólo ou formem pontes anafásicas que acabam se fragmentando. As anomalias devidas à fragmentação dos cromossômios e à consequente permuta de partes tornam-se por isso comuns nessa espécie. A raridade com que os fragmentos acêntricos (vesiculados fora da área do fuso) ou monocêntricos (movendo-se para os pólos paralelamente ao eixo do fuso) têm sido encontrados, fala da ex-

trema facilidade com que eles se soldam pela superfície de fratura, dando dessa maneira origem aos elementos compostos de partes pertencentes a cromossômios distintos, os quais, nas metáfases primárias, dão origem às figuras em cruz, tantas vezes referidas.

Ao lado de anomalias isoladas, outras foram encontradas em tôdas as células de um mesmo cisto e bem assim em todos os cistos de um mesmo testículo. Neste último caso considerou-se a anomalia como exprimindo a condição "normal" do indivíduo. E como se verificou, nesta e em outras espécies (PIZA 1947, 1947a), que, qualquer que seja a complicação assinalada na metáfase dos espermatócitos primários, estes se dividem em espermatócitos secundários, os quais dão origem a espermátidos que se transformam regularmente em espermatozóides, interessante seria se se pudesse conhecer, sem prévia dissecação, a constituição cromossômica de um desses indivíduos aberrantes, fazer o seu cruzamento com uma fêmea de constituição igualmente conhecida, para verificar, caso a fertilização fosse viável, qual seria a constituição dos produtos. Teoricamente poderemos imaginar o que aconteceria se um macho portador de qualquer das anomalias encontradas fecundasse uma fêmea de constituição cromossômica normal.

Agora possuímos interessantes dados que nos provam que as aberrações cromossômicas devidas a fragmentação e permuta de partes, por mais complexas que sejam, não só se mostram perfeitamente viáveis, como podem se fixar em extravagantes raças cromossômicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Serviu-nos para o presente estudo um pequeno lote de *Tityus bahiensis* recebido da Fazenda S. José, no município de S. Joaquim, Estado de S. Paulo, representado por 5 machos e 7 fêmeas. Pequena parte do testículo de 2 machos foi estudada em aceto-orceina e a parte restante, bem como os demais testículos, foram fixados em Allen-Bauer, incluídos em parafina, cortados com 16 micra e coloridos pela hematoxilina de Heidenhain. Os ovariúteros de duas fêmeas foram examinados em aceto-orceina e os das outras 5 em cortes executados segundo o mesmo método usado para os testículos.

ESPERMATOGONIOS

Os espermatogônios são regularmente providos de 9 cromossômios de tamanhos diferentes, havendo 2 maiores que os demais. (Fig. 1). Esses cromossômios comportam-se da maneira usual, isto é movem-se, na anáfase, paralelamente ao plano do equador e apresentam fibras do fuso ao longo de todo o seu comprimento.

ESPERMATÓCITOS PRIMARIOS

As metáfases primárias oferecem-nos um aspecto bastante singular. São invariavelmente formadas por um bivalente livre e por um complexo representado pelos sete cromossômios restantes, os quais, ao se juntarem, sempre da mesma maneira, dão origem a uma interessante figura constituída por duas cruces reunidas por um braço comum, sendo que uma delas se continua por um ramo bastante longo, que geralmente se apresenta desviado para um lado. (Fig. 2). É fácil distinguir nesse complexo os sete cromossômios que o constituem. As montagens emorceina acética dão verdadeiros esquemas das relações dos elementos associados, os quais se apresentam separados por largo espaço. (Figs. 4 e 5). Vê-se, então, com clareza, que alguns cromossômios se paream com três outros. O ramo mais longo do complexo acha-se nessa situação. Esse ramo é formado por um extenso cromossômio — provavelmente o maior dos elementos assinalados nos espermatogônios — o qual, depois de se ter pareado com dois outros cromossômios do complexo, tomando dêsse modo parte na formação de dois braços de uma das cruces, continua-se, por longa extensão, pareado com um terceiro cromossômio que não se junta senão a ele, isto é, que não toma parte na formação do corpo do complexo.

Algumas vezes os dois cromossômios que entram na formação do segmento comum às duas cruces não se unem, ou, se por acaso estiveram previamente unidos, desfazem a sua união, e o complexo se transforma em uma estrela de bicos desiguais, suportada por uma longa aste. (Figs. 3 e 4). Tanto uma como outra dessas duas figuras, que são as mais regulares e características das metáfases primárias, pode-se apresen-

tar, em virtude de dobraduras e torções em seus ramos, mais ou menos deformada.

Na pró-metáfase torna-se evidentemente mais difícil compreender a figura formada pelos sete cromossômios do complexo. Em algumas células, porém, ela se apresenta com a mesma clareza com que se mostra nas melhores metáfases (Fig. 6).

CISTOS TETRAPLÓIDES

Alguns cistos tetraplóides foram encontrados, cujas células exibiam sempre um grupo formado por 14 cromossômios reunidos de uma maneira que se não deixava analisar e dois bivalentes, que ora se encontravam separados. (Fig. 7), ora reunidos num conjunto tetravalente. (Fig. 8). Em um dos indivíduos encontrou-se um cisto tetraplóide extremamente curioso, pois suas células mostravam, em todas as figuras que puderam ser analisadas, dois complexos independentes formados por sete cromossômios cada um, tal como nas células diplóides, e dois bivalentes livres. (Fig. 9).

ESPERMATÓCITOS SECUNDÁRIOS

Nas metáfases primárias o bivalente livre se orienta como de ordinário e os seus cromossômios se separam da maneira esperada, indo um para cada polo. O complexo, formado pelos sete cromossômios restantes também se orienta de maneira regular, com todos os seus ramos no plano do equador. Esse complexo sempre se desdobra em dois grupos, um de três e outro de quatro cromossômios, que se dirigem para pólos opostos. Pontes anafásicas duplas e cromossômios estirados entre o equador e um dos pólos sugerem a possibilidade de passarem para o mesmo lado, em consequência de uma orientação defeituosa, os dois elementos associados em um mesmo braço do complexo.

De regra cada polo recebe um membro do par independente e três ou quatro elementos do grupo eptavalente. O resultado é a divisão do espermátócito primário em dois espermátócitos secundários, um com quatro e outro com cinco cromossômios. (Fig. 10 e 11). Esses cromossômios são bastante curtos, podendo-se, porém, notar diferenças de tamanho. Comportam-se como de ordinário, movendo-se para os pólos encurvados para eles.

Espermatócitos secundários com nove cromossômios foram raramente encontrados, o que indica que algumas vezes os cromossômios dos espermatócitos primários não conseguem separar-se. Outras variações numéricas parecem ocorrer, embora as observações nesse particular não tenham sido muito seguras.

Espermatozóides foram encontrados em grande número, o que mostra que a espermiogênese se completa com regularidade.

Em geral as células de um mesmo cisto se encontram na mesma fase da meiose. Nos cinco machos de S. Joaquim, porém, assinalava-se notável assincronismo, encontrando-se, muitas vezes, no mesmo cisto, espermatócitos primários e secundários em metáfase.

CROMOSSÔMIOS SOMÁTICOS DA FÊMEA

Nas células foliculares do ovariútero inúmeras metáfases foram encontradas, cujos cromossômios puderam com segurança ser contados. Todas possuem dez cromossômios da mesma forma, alguns maiores e outros menores. (Fig. 12). As fêmeas possuem, pois, um cromossômio a mais com relação aos machos

MECANISMO SEXO-DETERMINANTE

A fêmea possuindo dez cromossômios nos tecidos somáticos deve produzir óvulos de cinco. O macho é, como vimos, digamético, ou seja, produtor de espermatozóides com quatro e com cinco cromossômios. Os primeiros serão, pois, produtores de machos e os segundos de fêmeas.

DISCUSSÃO

A parte mais importante deste trabalho é, sem dúvida, a demonstração da possibilidade de fixação de aberrações cromossômicas em raças naturais.

A raça de S. Joaquim não apresenta caráter algum que permita a sua distinção. Os 12 indivíduos (5 machos e 7 fêmeas) que forneceram o material para o presente estudo, examinados antes da dissecação, foram considerados como típicos *Titvus bahiensis*. Nenhuma particularidade de valor sistemático, por menor que fosse, pôde ser descoberta. Isso não quer dizer que

não existam caracteres fisiológicos pelos quais ela possa ser distinguida. Em se tratando, porém, de uma espécie selvagem apenas conhecida da natureza e que jamais foi investigada do ponto de vista da sua biologia ou sequer criada em laboratório, não possuímos outros dados, além dos morfológicos, para caracterizar a nova raça. E nesse particular ela só se distingue pelo número e pela constituição de seus cromossômios, sete dos quais se mostram formados por dois ou três fragmentos de diferentes origens.

Nada sabemos a respeito da extensão desta raça. O que podemos afirmar é que os 12 indivíduos provenientes da Fazenda S. José, no município de S. Joaquim, a ela pertenciam.

Raças cromossômicas naturais conhecem-se em alguns Dípteros, como por exemplo na *Drosophila* (v. DOBZHANSKY & EPLING 1944) e na *Sciara* (v. CARSON 1944), devidas especialmente a inversões de segmentos cromossômicos e por conseguinte reconhecíveis pelo exame das glândulas salivares. Afora os caracteres tirados da configuração dos cromossômios glandulares, nenhum outro existe, quer na morfologia, quer na fisiologia do organismo, que permita reconhecer as raças.

Os fatos em mão, relativos à *Drosophila* e à *Sciara*, mostram que as modificações estruturais dos cromossômios não exercem influência alguma na morfologia do indivíduo, devendo por isso desempenhar um papel bem insignificante como fonte de variações hereditárias. Realmente, inversões de todos os tamanhos, interessando a um ou mais cromossômios, translocações, deficiências, duplicações, etc., não conseguem mudar em nada as características somáticas do organismo. A teoria dos "efeitos de posição" fica assim seriamente abalada.

Os dados constantes do presente trabalho são, a esse respeito, mais significativos, porque vêm mostrar, que para a morfologia da espécie, tanto faz ela possuir os seus seis cromossômios normais em ambos os sexos, como possuir a fêmea dez e o macho nove, sete dos quais profundamente alterados.

Relativamente à sexo-determinação no *Tityus* de S. Joaquim, estamos diante da curiosa ocorrência de um mecanismo sexo-determinante em estado incipiente dentro de uma espécie monogamética em ambos os sexos. Na raça de S. Joaquim o macho tornou-se digamético e a sexo-determinação passou a ser condicionada por um cromossômio especial. O macho possui apenas um cromossômio desse tipo e a fêmea dois. O mais interessante, a avaliar pelo que pôde ser observado, é que o sexo-cromossômio encontra-se envolvido no complexo formado

pelos sete elementos, sendo, provavelmente, um cromossômio constituído por fragmentos de origem diferente.

No início dos meus estudos escorpíonicos deparei com um caso isolado de anomalias cromossômicas, interpretado diferentemente, mas que agora pode ser considerado como pertencendo à mesma natureza do descrito neste trabalho. (v. PIZA 1940). Tratava-se de um único exemplar de *Tityus bahiensis* capturado na Escola, cujo testículo fôra montado in toto no aceto-carmin. A preparação, que não permitiu um estudo completo da aberração, pois que algumas partes interessantes do órgão ficaram aglomeradas e pouco transparentes, serviu, contudo, para mostrar, que a condição encontrada era a condição de todo o testículo. Todos os espermátogônios em metáfase exibiam nove cromossômios, tal como nos machos de S. Joaquim, sendo os espermátócitos primários providos de duas cruzes e um bastonete. Havendo quatro cromossômios em cada cruz, não pude considerar o bastonete, apesar de sua nítida bivalência, como formando um par, o que daria um total de dez cromossômios, em desacôrdo com o número encontrado nos espermátogônios. Fui, porisso, forçado a considerá-lo como um univalente, cujos cromatídios se separavam, na anáfase, ao mesmo tempo que os cromossômios envolvidos na formação das cruzes. Encontrei metáfases primárias com as duas cruzes associadas, tal como no presente caso, havendo fotografado uma delas. (cf. PIZA, 1940, Fig. 24). Entretanto, embora tivesse notado algumas figuras em que havia um elemento que me pareceu pertencer às duas cruzes, não cheguei a formar um juízo correto a respeito, supondo que as duas cruzes da figura, apesar do contrio por um dos braços, fôssem independentes. (cf. loc. cit. pag. 146). Hoje estou convencido de que a Fig. 24 do citado trabalho representa duas cruzes ligadas por um elemento comum, formando um complexo de sete cromossômios, tendo ao lado um bivalente independente, tal como se observa no *Tityus* de S. Joaquim. A independência das cruzes, como se vê na Fig. 23 daquele trabalho, deve significar uma desunião secundária de dois dos fragmentos reunidos no cromossômio de ligação.

SUMMARY

A natural chromosomal race of *Tityus bahiensis* (Scorpiones Buthidae) is described in the present paper. Five males and seven females received from St. Joaquim, State of S. Paulo, gave the following interesting results :

All the spermatogonia of the five males were provided with 9 chromosomes of different sizes.

All primary spermatocytes showed at metaphase one independent bivalent of normal shape and a complex group formed by 7 chromosomes which have exchanged parts. Some of the chromosomes associated in the complex group, to judge by their behavior, were composed of fragments of three different chromosomes, being thus paired with three other members of the compound group. The manner in which all the 7 components of the group have paired with each other showed to be very constant. They gave always origin to a double-cross configuration, the longest branch of which being formed by a long chromosome paired with two components of the group and with a third chromosome that did not belong to the group.

The chromosomes of the independent bivalent separate regularly, going to different poles. From the 7 elements of the compound group, 4 go to one pole and 3 to the opposite one. Consequently, secondary spermatocytes with 4 and 5 chromosomes are produced.

The females, so far as it can be inferred from the study of the follicular cells of the ovariluterus, have 10 chromosomes. These females are, therefore, considered as being monogametic, that is, as producing eggs with 5 chromosomes. A sex-determining mechanism arose in this manner, the spermatozoa with 5 chromosomes giving origin to females and those with 4 to males. The fact that the sex chromosome is one of the elements taking part in the formation of the group, seems highly interesting to the author.

Tetraploid cysts have been occasionally found in the testes. In one individual the chromosomes of the tetraploid primary spermatocytes behaved as expected, forming a group of 14 elements, and two independent pairs or a tetravalent group. In another individual, the chromosomes of the tetraploid cells have formed two independent groups of 7, and two independent pairs, as if both chromosomal sets were by their turn entirely independent from one another. This fact is certainly not devoid of special interest.

The males as well as the females studied in this paper differed in nothing from the typical members of the species. The unique differential character of the new race is found in the number and behavior of its chromosomes.

It is highly remarkable that the occurrences which have transformed the 6 chromosomes normally present in the species into a new set of 9 elements, 7 of which have been profound-

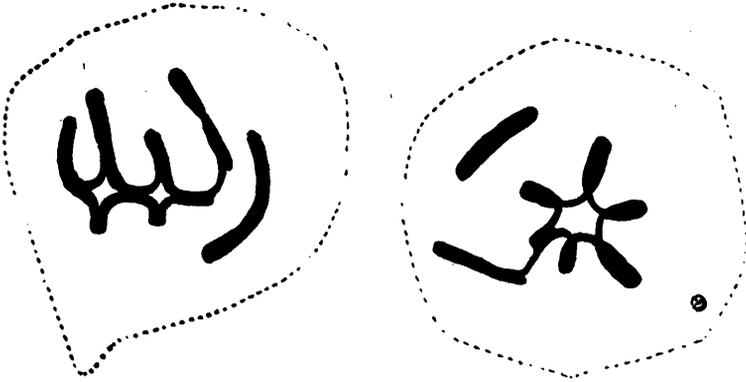
dly altered in their structure, do not show any influence on the morphology of the organism. This fact, together with those found in the salivary-chromosomes races of *Drosophila* and *Sciara*, compromises strongly the genetical concept of position effects.

LITERATURA CITADA

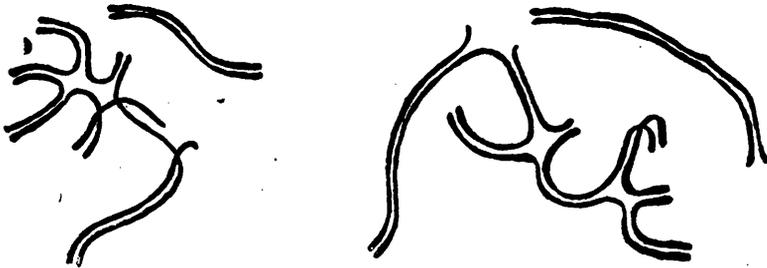
- CARSON, H. L. 1944 — *J. Morph.* 72 : 11-59.
- DOBZHANSKY, T. & C. EPLING 1944 — *Carnegie Inst. of Washington Publ.* 554.
- FERNANDES, A. 1946 — *Bol. Soc. Broteriana*, XX, 2.a Sér.: 93-514.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1939 — *Scient. Gent.* 1 : 255-261.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1939a — *Jor. de Agron.* 2 : 343-370.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1940 — *Rev. de Biol. e Hyg.* 10 : 143-155.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1941 — *J. Hered.* 32 : 423-426.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1943 — *Rev. de Agric.* 18 : 249-276.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1943a — *Rev. de Agric.* 18 : 455-457.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1943b — *Amer. Nat.* 77 : 442-462.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1944 — *Rev. de Agric.* 19 : 133-147.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1946 — *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* 3 : 340-346.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1947 — *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* 4 : 169-176.
- PIZA, S. de Toledo, *Jor.* 1947a — *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* 4 : 177-182.



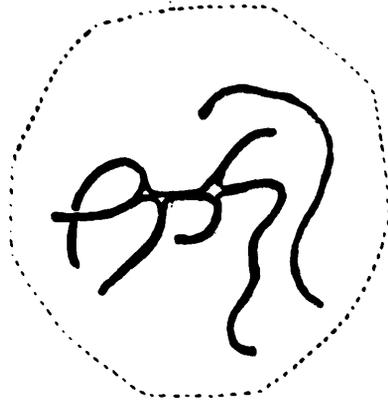
Fig. 1 — Metáfase do espermatogônio, com 9 cromossômios
(x 3750)



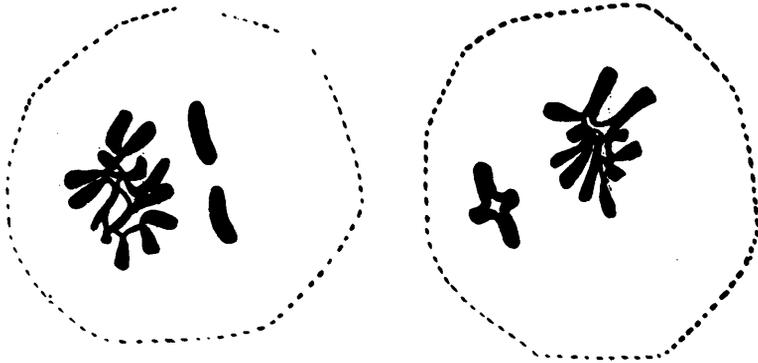
Figs. 2 e 3 — Duas metáfases primárias mostrando um bivalente livre e um grupo formado por sete cromossômios
(x 3750)



Figs. 4 e 5 — Metáfase e pro-metáfase dos espermatócitos primários em acetó-orceína, vendo-se claramente o modo de pareamento dos cromossômios

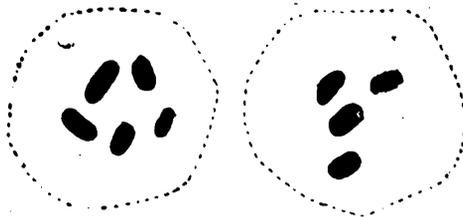


**Fig. 6 — Pro-metáfase primária
(x 3750)**



**Figs. 7 e 8 — Metáfases primárias tetraplóides com um grupo de 14 cromossômios e 2 bivalentes livres (Fig. 7) ou reunidos num grupo tetravalente (Fig. 8)
(x 2500)**

Fig. 9 — Espermatócito primário tetraplóide com dois grupos independentes de sete cromossômios e dois bivalentes igualmente independentes.
(x 2500)



Figs. 10 e 11 — Espermatócitos secundários com 5 e com 4 cromossômios.
(x 2500)

Fig. 12 — Célula folicular do ovariútero em metáfase, com 10 cromossômios)

