

# REVISTA DE AGRICULTURA

Diretor responsável: Prof. Salvador de Toledo Piza Junior

## DIRETORES:

Prof. Octavio Domingues † Prof. N. Athanassof (1926-1955)  
Prof. Philippe Westin C. de Vasconcellos † Prof. Carlos Teixeira Mendes (1931-1950)

Secretário: Dr. Luiz Gonzaga E. Lordello

VOL. XXXVI

DEZEMBRO - 1961

N. 4

## A PROPÓSITO DA CINÉTICA DOS CROMOSSÔMIOS DO *Tityus bahiensis*

S. DE TOLEDO PIZA JR.

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Universidade de S. Paulo — Piracicaba

Lendo o "Curso Básico de Citologia", de KERR, BLUMENSCHNEIN & COSTA CRUZ (1961), constato que os autores estão ainda considerando os cromossômios do escorpião *Tityus bahiensis*, como sendo providos de múltiplos cinetocores ao longo de seu comprimento.

Está suficientemente provado pela prematura repulsão de ambas as extremidades dos bivalentes na meiose, pelo pronunciado encurvamento dos cromossômios anafásicos em sua movimentação para os pólos (Fig. 1; Est. 1, fig. 1) pela facilidade com que os cromossômios se fragmentam, pela separação só por uma das extremidades de fragmentos pareados (Est. 1, fig. 2 e 3) e pela posição desses fragmentos na anáfase, deslocando-se paralelamente ao eixo do fuso (Est. 1, fig. 5), que os cromossômios possuem apenas dois cinetocores, um em cada extremidade, conforme venho afirmando.

Tudo isso era já conhecido (PIZA, 1939, 1941, 1943a, 1943b) quando RHOADES & KERR (1949) resolveram submeter a questão a tratamento experimental. Fragmentando-se os cromossômios pelo raios-X, caso eles fossem di-telocêntricos conforme se pretendia, os fragmentos deveriam separar-se por apenas uma das extremidades e mover-se segundo os meridia-

nos do fuso. Caso contrário, o comportamento seria evidentemente outro. O tratamento foi feito e o resultado, na opinião dos autores, vieram provar que os cromossômios do *Tityus* não possuem apenas dois cinetocores, mas uma série dessas estruturas.

Acontece, porém, que os autores se achavam pouco informados acêrca da literatura sôbre o assunto, pois do contrário, não sômente teriam constatado que a fragmentação espontânea é assás frequente, mas também que os fragmentos se comportam da maneira esperada para o caso de dois centrômeros. O emprêgo dos raios-X seria pois supérfluo.

De mais a mais, muito ao contrário do que possa parecer, o trabalho de RHOADES & KERR não autoriza a conclusão da policentricidade dos cromossômios do *Tityus*. Aliás, não se trata prôpriamente de um trabalho e sim, como se vê pelo próprio título, de mera nota, pois os autores não se referem ao método, ao testemunho, à constituição citológica do material antes do tratamento, etc. Nessas condições, não se fica sequer sabendo, se a fragmentação foi de fato provocada pelo tratamento ou se apenas resultou de fraturas espontâneas. Também, a única figura que consta da publicação é um esquema que representa muito mais a opinião dos autores, do que prôpriamente os fatos observados. E isso, porque, em regra geral, a extremidade dos fragmentos correspondente ao ponto de quebradura não se dobra para os pólos da maneira que o esquema procura mostrar (Est. 1, fig. 4).

O trabalho de RHOADES & KERR (1949) foi duas vêzes discutido e duas vêzes refutado. Da primeira, logo no ano seguinte (PIZA, 1950), escrevi :

“RHOADES and KERR (1949) based on the effects of X-rays applied to *Tityus bahiensis* preferred to consider the chromosomes of this species as being polycentric. Having not made any reference to the behaviour of the anaphase chromosomes and, more than that, having not taken into consideration any of the facts pointed out above, their paper seems to me unconcluding. Aspects like that seen in the unique figure of the paper, showing an entire chromosome paired with two fragments of its homologue have been found in nature and can appear as fixed attributes in the so called “chromosomal races”, so that one cannot even decide, reading the paper by RHOADES and KERR, whether the X-rays were really responsible for the phenomenon described. Whorthy of note is

the fact that the bending of the extremities of the fragments corresponding to the point of breakage does not constitute the rule in the spontaneous fragmentations”.

Da segunda refutação, bem mais recente (PIZA 1958), consta :

“RHOADES and KERR (1949) concluded from their study of X-ray-induced fragments that *Tityus* chromosomes are polycentric like *Ascaris* chromosomes, instead of being terminally dicentric as repeatedly reported by Piza. What led these authors to their conclusion was the fact that fragments paired with their entire mates, contrary to what should be expected from monocentrics, showed both extremities equally bent toward the pole. The bending of the end corresponding to the point of breakage was therefore considered as due to the presence there of an active centromere. However, such a behavior of the broken ends is far from being the rule. As figured in a previous paper (PIZA, 1950), broken ends generally do not show any bending toward the pole. Since terminally dicentric fragments resulting from recombination of centric pieces may also occur, aspects like that shown in the unique figure of the Rhoades and Kerr's paper did not evidence the polycentricity of *Tityus* chromosomes. I am quite sure that in irradiated material at least a few cells would show monocentric fragments moving toward the poles parallel to the spindle axis, like those spontaneously produced (PIZA, 1949). Unfortunately the authors made no mention of anaphase movement of chromosomes.”

Vemos, pois, que os mencionados autores, desconhecendo os fatos constantes de uma literatura que não consultaram, interpretaram mal os resultados de suas primeiras observações de cromossômios irradiados. Assim é que a figura publicada, representando provavelmente o mais demonstrativo aspecto de quantos observaram, sugere a existência de cinetocore ativo nas extremidades dos fragmentos correspondentes ao ponto de fratura. O sugerido só seria provado se os fragmentos, com ambas as pontas voltadas para o pólo, se afastassem cada vez mais do equador. Anáfases médias e finais, com fragmentos paralelos ao equador ou encurvados para os pólos, tal como se verifica com os cromossômios inteiros (Fig. 1; Est. 1, fig. 1), apenas demonstrariam a presença de centrômeros terminais. Mesmo assim, é claro que RHOADES & KERR teriam descrito e figurado esses interessantes aspectos, caso os tivessem observa-

do. A figura dos autores, que corresponde à metafase e sugere a dicentricidade dos fragmentos, nada prova. Por conseguinte, a conclusão acêrca da policentricidade é inteiramente destituída de fundamento.

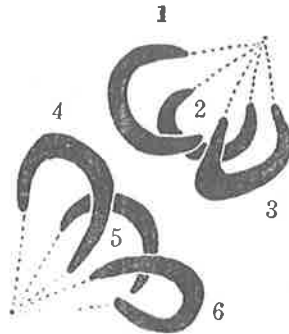


Fig. 1 — *Tityus bahiensis*: anáfase primária mostrando os seis cromossômios fortemente encurvados para os pólos. (De PIZA, 1958).

As anáfases são muito rápidas e por isso mesmo de difícil observação. E, pois, muito provável, não houvessem os autores conseguido obter boas imagens representativas de fragmentos deslocando-se para os pólos. Caso contrário, teriam certamente verificado que os fragmentos se separam por uma das extremidades (Est. 1, fig. 2 e 3) e, concluída a separação, movem-se para o pólo segundo os meridianos do fuso, isto é, perpendicularmente ao equador (Est. 1 fig. 5), como se fossem cromossômios telocêntricos ou acrocêntricos das mitoses ortodoxas.

Feita esta terceira refutação da opinião de RHOADES & KERR, segundo a qual os cromossômios do *Tityus bahiensis* poderiam ser considerados como providos de uma série de centrômeros ao longo de seu comprimento, analisemos o que a respeito consta da obra em apêço (KERR, BLUMENSCHNEIN & COSTA CRUZ, 1961).

Continuando a ignorar tudo o que se realiza e se publica a poucos passos do Instituto a que pertencem, KERR e colaboradores perdem excelente oportunidade de reparar o erro antes cometido por RHOADES & KERR. Desconhecendo as duas refutações anteriores (PIZA, 1950 e 1958) e a literatura ali referida (PIZA, 1949, 1950), introduzem uma inverdade na literatura didática, o que se torna tanto mais prejudicial por

contradizer, sem provas, o que se ensina em outra Cadeira da mesma Escola. E' assim, que escrevem :

“Alguns cromosomas apresentam vários pontos de inserção distribuídos ao longo de seu comprimento. São desse tipo os encontrados em *Tityus bahiensis*, *Ascaris megalocephala* e *Luzula purpurea*. Segundo Piza (1939) *Tityus* possui cromosomas dicêntricos com dois centrômeros localizados nas extremidades. Porém, Rhoades e Kerr (1949) irradiaram esses cromosomas com Raio-X provocando sua quebra. Observando o caminhamo de cromosomas inteiros e de fragmentos na anáfase (Figura 30) verificaram que tratava-se de cromosomas policêntricos pois o caminhamo no caso de dicentricos deveria ser diferente. (Fig. 31)”. (Pág. 87).

Antes de comentar o trecho acima transcrito, quero estranhar hajam os autores empregado a grafia “cromosoma” numa obra que se destina ao ensino da Citologia. Se se tratasse de mera escôlha entre duas formas igualmente corretas, a coisa não passaria de simples questão de gosto. Mas, em se tratando de uma forma certa (“cromossoma”, com qualquer desinência) e uma errada (“cromosoma”, com um “esse” só), não se compreende a preferência, a não ser pelo desejo de contrariar, sistemáticamente e por qualquer preço, opiniões que insistem em não acatar.

Agora, o comentário.

Conforme se verifica do exame da figura 30 da obra em apêço, (reprodução da figura 1 da nota de RHOADES & KERR), que representa uma vista lateral da metáfase primária, os autores continuam desconhecendo o comportamento anafásico dos fragmentos cromossomais do *Tityus*. Porisso, a afirmativa de que observaram o caminhamo de cromossômios inteiros e de fragmentos na anáfase (o que pretendem demonstrar com uma figura de metáfase), não corresponde à realidade.

Se estivessem ao par da literatura sôbre o assunto (especialmente PIZA 1958), não teriam, certamente, escrito, que o caminhamo dos fragmentos deveria ser como na figura 31\*, pois, conforme mostram as figuras aqui reproduzidas (Est. 1,

---

\* A figura 31 representa dois fragmentos separando-se do cromossômio inteiro pela extremidade cêntrica.

fig. 2, 3 e 5), é exatamente daquela maneira que se comportam os fragmentos monocêntricos ao se separarem na anáfase da primeira divisão.

Também, num livro didático não se deve colocar os cromossômios da *Ascaris megalocephala* (*Parascaris equorum*) no mesmo grupo em que se encontram os cromossômios do *Tityus*, sem que se esclareça que a policentricidade, no primeiro caso, só se verifica nas células da linhagem germinal e que os cromossômios, que aí são indubitavelmente policêntricos, apresentam a parte mediana do corpo em zig-zag, o que nunca se dá com os cromossômios do *Tityus*.

Ao encerrar o presente artigo, acho oportuno repetir aqui o que escrevi (PIZA, 1943c) a propósito de um trabalho de BRIEGER & GRANER (1943):

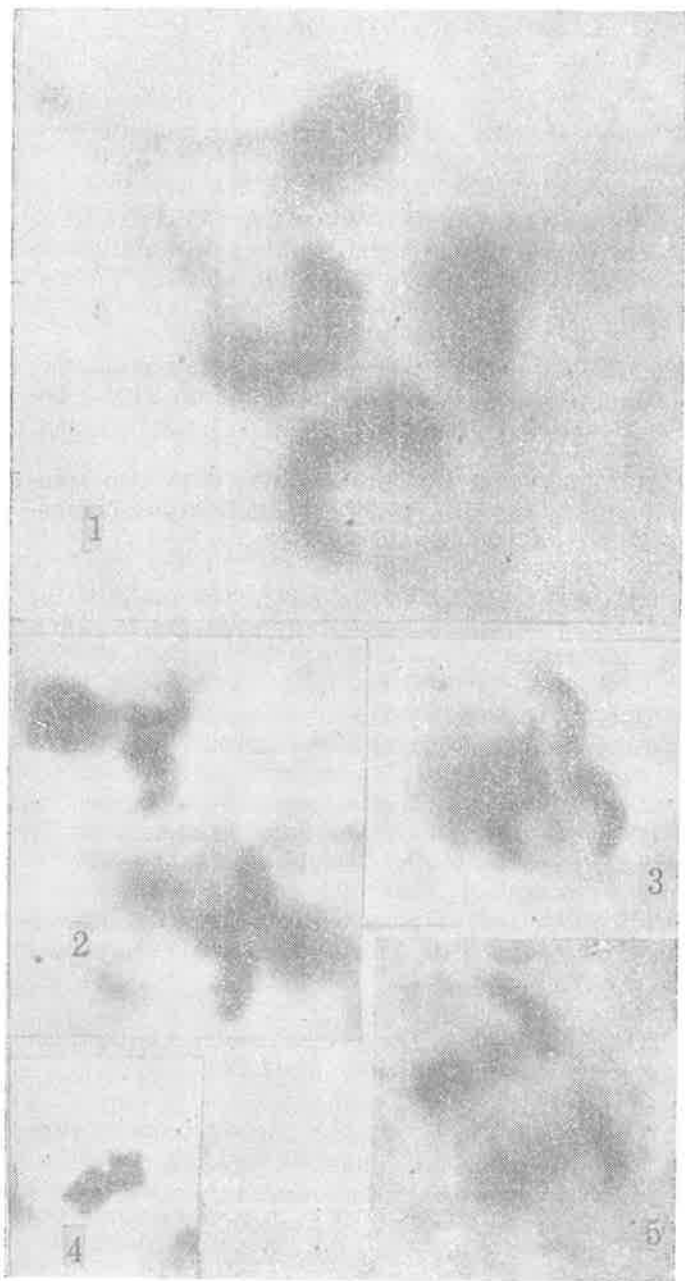
“Quando se pretende esclarecer um assunto científico necessário se torna atacá-lo por várias faces, procurando-se estudar os seus aspectos essenciais da maneira a mais vasta, séria e profunda que for possível. Para isso se procura examinar um material muito abundante, trabalhando-o por métodos especiais apropriados ao estudo de cada uma das particularidades a serem investigadas. E’ somente depois de adquirir perfeito conhecimento do objeto de nosso estudo, que nos sentimos capacitados a interpretar os fatos, para deles tirar conclusões. E se o nosso estudo visa corrigir a observação de outro pesquisador, torna-se mais do que necessário, a fim de não arriscarmos a nossa reputação, procurar saber em que pé se acham os trabalhos daquele pesquisador, para examinarmos no mínimo um material tão abundante quanto o já examinado por êle, repetido-se pelo menos os métodos que foram empregados” (pág. 363).

#### SUMMARY

Describing and figuring by diagram and microphotographies anaphase movement of *Tityus bahiensis* chromosomes, entire and fragmented, parallelly to the equator or to the spindle axis (fragments), the author shows that the chromosomes of this scorpion are provided with an active centromere at each end, and therefore refutes the assertion made by KERR, BLUMENSCHNEIDER & COSTA CRUZ (1961) in their recent book on Cytology, in accordance to which *Tityus* chromosomes are polycentric like *Ascaris* chromosomes.

## LITERATURA CITADA

- BRIEGER, F. G. & E. A. GRANER, 1943 — On the cytology of *Tityus bahiensis* with special reference to meiotic prophase. *Genetics* 28: 269-274.
- KERR, W. E., A. BLUMENSCHHEIN & C. DA COSTA CRUZ, 1961 — Curso Básico de Citologia. Publicação didática do Instituto de Genética, E. S. A. "Luiz de Queiroz", Univ. S. Paulo, N. 6, 132 p.
- PIZA, S. DE TOLEDO, 1939 — Comportamento dos cromossômios na primeira divisão dos espermátócitos do *Tityus bahiensis*. *Sc. Genética* 1: 255-261.
- PIZA, S. DE TOLEDO, 1941 — Chromosomes with two spindle attachments in the brasilian Scorpion (*Tityus bahiensis* Perty). *J. Hered.* 32: 423-426.
- PIZA, S. DE TOLEDO, 1943a — Meiosis in the male of the brasilian scorpion *Tityus bahiensis*. *Rev. de Agric., Piracicaba*, 18: 249-276.
- PIZA, S. DE TOLEDO, 1943b — The uselessness of the spindle fibers for moving the chromosomes. *Am. Nat.* 74: 422-462.
- PIZA, S. DE TOLEDO, 1943c — A propósito da meiose do *Tityus bahiensis*. *Rev. de Agric., Piracicaba*, 18: 351-369.
- PIZA, S. DE TOLEDO, 1949 — "Ouro Preto", nova e interessante raça cromossômica de *Tityus bahiensis* (Scorpiones, *Buthidae*). *Sc. Genética* 3 (2). 147-159.
- PIZA, S. DE TOLEDO, 1950 — The present status of the question of the kinetochore. *Gen. Iber.* 2 (2-3): 193-199.
- PIZA, S. DE TOLEDO, 1958 — Normally dicentric insect chromosomes. *Proc. 10th Intern. Congr. Entomol.* 2: 945-952.
- RHOADES, M. M. & W. E. KERR, 1949 — A note on centromere organization. *Proc. Nat. Acad. Sc.* 35 (3): 129-132.



Estampa 1 — *Tityus bahiensis*: Fig. 1 — Anáfase primária mostrando cromossomos com as extremidades voltadas para os pólos; Fig. 2 — Fragmentos separando-se por uma das extremidades (extremidade cêntrica); Fig. 3 — Fragmentos finalizando pela extremidade acêntrica a separação; Fig. 4 — Fragmentos pareados com o homólogo inteiro; Fig. 5 — Fragmentos movendo-se para os pólos paralelamente ao eixo do fuso. (Fig. 1, 2, 3, e 5, de PIZA, 1958)