

REVISTA DE AGRICULTURA

Cx. Postal 60
13.400 Piracicaba
Est. de S. Paulo-Brasil

Diretores

Prof. Dr. S. de Toledo Piza Jr.
Prof. Dr. F. Pimentel Gomes
Prof. Dr. Ph. W.C. Vasconcellos

Secretário

Prof. Dr. Luiz Gonzaga E. Lordello

Vol. 59

Dezembro/1984

Nº 3

CADEIRA DE ZOOLOGIA DA ESCOLA SUPERIOR
DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

S. de Toledo Piza Jr. ¹

Uma das primeiras preocupações da Cadeira no terreno da Genética e da Citologia, foi terminológica. Havendo-se notado que os termos técnicos usados em diferentes ramos da Biologia eram mal pronunciados e erroneamente grafados, procurou-se, numa série de artigos, oferecer aos estudantes o que parecia ser a melhor maneira de pronunciar e grafá-los (7, 8, 9, 10, 11, 13, 23, 51, 59). O trabalho mais eficiente nesse sentido foi o levado a efeito na cátedra, pois os alunos, familiarizando-se com a maneira correta de pronunciar os vocábulos, logo se

¹ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. O presente trabalho foi publicado em **Atas do Primeiro Simpósio Sulamericano de Genética**, ocorrido em S. Paulo entre os dias 8 a 11 de março de 1960. Ano da publicação: 1961. Páginas: 191-201. Por ter sido inserido em um volume de restrita circulação e principalmente por constituir um texto resumido muito objetivo, enriquecido de extensa literatura, acerca de diversos problemas biológicos estudados com profundidade naquela antiga unidade da ESALQ (hoje Departamento de Zoologia), nós o publicamos de novo. É mantida a citação de literatura por números, não adotada neste periódico, a fim de conservar a forma original do trabalho.

constituíram nos melhores propagandistas da boa prosódia. Não foi, porém, sem dificuldade, que os nossos geneticistas adotaram cromossôma (também com as desinências o, lo), gametócito, biótipo, genótipo, fenótipo, espermátogênese, etc., em substituição a cromozoma, gametócito, blotipo, genotipo, fenotipo, espermatogênese, com que estavam acostumados.

A citologia tem merecido enorme consideração. Dos resultados obtidos, os mais interessantes parecem ser os referentes aos cromossômios de escorpiões e particularmente da espécie *Tityus bahiensis* Perty (*Buthidae*), que aliás é a mais comum entre nós. Na raça cromossômica a "Luiz de Queiroz" - a primeira estudada - só se encontram 6 cromossômios (2n), que na espermatogênese formam 3 pares muito regulares de bastonetes, geralmente dispostos em triângulo no equador dos espermátócitos (15, 16, 21, 25, 27, 28). As vistas laterais da metáfase primária logo mostraram que os cromossômios, pareados sem qualquer torção, repelem-se por ambas as extremidades, iniciando, por aí, a separação. As anáfases revelaram de fato isso acontece. Sabido que os cromossômios homólogos começam pelo centrômero a sua ascensão para os pólos, fácil foi concluir tratar-se de cromossômios ditêntricos, ou seja, providos de uma daquelas organelas em cada extremidade (16, 21, 27). É claro, que entre cromossômios estruturados dessa maneira, não se podem formar quiasmas, pois, caso isso acontecesse, os homólogos ficariam impossibilitados de se separar sem prévia fragmentação. Porém, a maneira perfeita como se separam com a mínima dificuldade ao longo de todo o comprimento, ova que de fato eles não se acham ligados por quiasmas em ponto algum de sua extensão.

BRIEGER & GRANER (1), desconhecendo da literatura a existência de alguns casos bem constatados de meiose sem formação de quiasmas, puseram em dúvida que isso acontecesse no *Tityus*. Vítimas de um material assás inapto, com o qual se achavam pouco familiarizados, enganaram-se da maneira mais completa, tomando por normais algumas dessas aberrações que se observam com certa frequência na meiose de escorpiões. O trabalho com esse que

aqueles autores procuraram demonstrar a existência de quiasmas unindo os cromossômios do escorpião foi refutado em todos os seus detalhes em um artigo que não logrou contestação (26).

A questão da dicentricidade tem sido discutida. HUGHES-SCHRADER & RIS (6), fragmentando pelos raios-X os cromossômios somáticos de *Steatococcus* (Homoptera) pensaram haver confirmado a opinião de SCHRADER (73), segundo a qual, Hemípteros possuem cromossômios destituídos de centrômero localizado, procurando incluir os cromossômios do *Tityus* nessa categoria.

Numa série considerável de trabalhos efetuados com Hemípteros procurou-se provar que os cromossômios desses insetos de fato se comportam como os do *Tityus*, não por exercerem a atividade cinética ao longo de todo o corpo, mas somente nas extremidades. O comportamento do heterocromossômio do *Protenor* na segunda divisão meiótica do macho, que SCHRADER não pôde explicar, torna-se claro, admitindo-se a existência de um centrômero em cada extremidade, como se dá com os cromossômios do *Tityus* (24, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 60, 61, 64, 66, 67).

RHOADES & KERR (72) conseguiram fragmentar os cromossômios do *Tityus bahiensis* pela ação dos raios-X e da observação de algumas figuras metafásicas em que dois fragmentos se apresentavam pareados com o homólogo inteiro, concluíram, pelo fato das extremidades correspondentes à fratura acharem-se voltadas para o polo, que os cromossômios eram pollicêntricos como os da *Ascaris*. Se os autores houvessem examinado uma anáfase sequer, não tirariam, por certo, semelhante conclusão, pois fragmentos espontâneos, muito comumente encontrados em animais não tratados, movem-se paralelamente ao eixo do fuso, enquanto os homólogos inteiros o fazem, à princípio paralelamente ao equador e depois encurvados para os polos (16, 21, 25, 27, 49, 71).

O problema do centrômero foi discutido detalhadamente e a literatura se encontra em PIZA (56). Porém,

a prova fotográfica da dicentricidade dos cromossomos do *Tityus bahiensis* são muito recentemente foi oferecida (71).

A existência, nos cromossomos, de uma determinada faixa de pareamento, como pareciam indicar as células tripl ides, nas quais os cromossomos pareiam-se dois a dois para formar os grupos de três, conforme acreditavam KOSSIKOV & MULLER (1935) e também COOPER (1938), converteu-se, no *Tityus*, em bela realidade. De fato, a dorso-ventralidade estabelecida para os cromossomos daquele escorpião (22) e depois da *Luzula* (OSTERGREN, 1949), comprova a existência nos cromossomos, de uma faixa especial de pareamento.

O *Tityus bahiensis* que ocorre em outras localidades possui dois pares de cromossomos a mais ($2n = 10$).

A permuta de partes entre cromossomos (transloca es) origina na metáfase dos espermatócitos primários, não são belas figuras em cruz, como também associa es bastante complexas, que podem fixar-se nas chamadas "raças cromossom icas", nas quais muitas vêzes se encontram fragmentos cicatrizados que se comportam como elementos monoc tricos, pareando-se com o fragmento homólogo ou com a região correspondente do homólogo inteiro (17, 25, 28, 42, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 54, 55).

No *Tityus bahiensis* de Ouro Preto (Minas), em virtude da existência de um cromossomo que se parecia com dois fragmentos do respectivo homólogo, encontram-se indivíduos com 17, 18 e 19 cromossomos espermatogoniais (49).

Soldadura por uma das extremidades de dois cromossomos heterólogos dando origem a um elemento de tamanho duplo que na meiose se parecia com os homólogos livres, bem como de dois cromossomos homólogos formando um grande elemento que se comporta como univalente, tem sido observada (30, 39).

Escorpi es de outras espécies (*Tityus trinitatis*)

T. mato grossoensis, *T. metuendus*, *Isometrus maculatus*, *Rhopalurus Rochai*, etc.) revelam possuir cromossômios do mesmo tipo dos estudados no *T. bahiensis* e que como aqueles se fragmentam com facilidade, originando nas metáfases primárias interessantes grupos polivalentes (43, 45, 58, 65).

O mesmo complexo octovalente associado a dois bivalentes independentes assinalado no *Isometrus maculatus* da Bahia e do Acre, revela que essa configuração cromossômica fixou-se como um atributo racial (62).

Os Ortópteros (*Acrididae*, *Phaneropteridae*, *Conocephalidae*, *Copiphoridae*, *Pseudophyllidae*, *Agroecidae*, *Gryllidae*, *Listroscelidae*, *Phalangopsitidae*, *Proscopiidae*, *Phasmidae*, etc.) têm sido objeto de cuidadosa investigação, havendo sido publicados os resultados que de algum modo servem para o esclarecimento de problemas biológicos.

Nesse particular, uma das melhores contribuições da Cadeira refere-se ao problema da movimentação do heterocromossômio nos machos do tipo X-0. Verificou-se que por falta de parceiro o cromossômio sexual não se movimenta ativamente, passando, como um corpo inerte, para uma das células resultantes da divisão heterogamética. A precessão, o sincronismo e a sucessão, por conseguinte, não têm qualquer significação cinética, apenas representando a situação de heterocromossômio na célula com relação aos autossômios que se movem ativamente. Se ele se achar entre o equador e um dos polos (precessão) aí poderá permanecer até ser alcançado pela placa anafásica que se desloca para aquele polo (sincronismo), para depois ser ultrapassado (sucessão). Os fatos relacionados com essa interpretação foram amplamente discutidos (33).

Também, as observações efetuadas com os Fâsmidas brasileiros e particularmente com o *Acanthoderus inermis*, produziram interessantes resultados (53).

Uma outra contribuição digna de nota é a que se refere à meiose do grilo sul-americano *Eneoptera surinamen*

sis De Geer (36). Dos três sexo-cromossômios um vai para um dos polos e os outros dois para o polo oposto, sem que nenhum haja estado em prévio contacto com qualquer dos outros, oferecendo-nos assim o único exemplo indubitável de verdadeira segregação determinada. O tipo sexual desse interessante *Eneopteridae* foi considerado como sendo XY^1Y^2 (macho) - XX (fêmea). CLAUS (2), verificando que a fêmea possui 10 e não 8 cromossômios, apresenta a espécie como pertencendo ao tipo sexual X^1X^2Y (macho) e $X^1X^1X^2X^2$ (fêmea). É possível que de fato tenha havido engano na determinação do número de cromossômios nas células foliculares do ovário feita nos laboratórios desta Cadeira e que CLAUS esteja com a razão. Entretanto, como o material por êle estudado provém de uma fêmea oriunda de Itatiaia, coligida a 1.300 m de altitude, ao passo que nos estudos realizados aqui utilizou-se de material caçado em Piracicaba a apenas 517 m de altitude e considerando-se que no material de CLAUS foi constatada a presença de dois microcromossômios, ausentes no material de Piracicaba, não se pode excluir a possibilidade de de serem as divergências assinaladas atribuíveis a variações raciais.

Com o estudo citológico de diversas espécies de baratas (*Petassodes dominicana*, *Hormetica scrobiculata*, *Dasyposoma nigra*, *Panchlora viridis*, *Leurolestes circumvagans*, *Epilampra maculicollis* e *Epilampra verticalis*) pensa-se ter aumentado bastante a lista dos insetos em que a meiose se processa sem formação de quiasmas (68).

Ao investigar a espermatogênese do coleóptero *Hemirrhypus lineatus* (*Elateridae*), constata-se a presença nessa espécie de apenas 10 cromossômios, sendo quatro pares de autossômios relativamente pequenos e dois grandes heterocromossômios (69). Pela morfologia destes últimos e pelo seu comportamento na meiose, foram eles considerados como constituindo um par do tipo neo-XY, em cuja formação diversos autossômios devem ter tomado parte. Não são por isso, como também por exibir o menor número de cromossômios em tôda a ordem Coleoptera, *Hemirrhypus lineatus* merece referência especial.

Desde 1930 vem a Cadeira de Zoologia da "Luiz de Queiroz" desenvolvendo intensa atividade no campo da Genética teórica e nesse setor o trabalho mais intenso que se fêz foi no sentido de substituir a teoria do gen corpuscular, inoperante sem o auxílio de complementos de ordem meramente dialética, por uma teoria que considera o cromossômio como um todo funcional e que concorda muito mais com os dados modernos das ciências biológicas (12, 14, 18, 19, 20, 29, 31, 41, 57, 63, 70).

Sustentar, hoje em dia, o conceito do gen conta-de-rosário, é marcar passo, é ficar muito aquém dos limites já atingidos pelo progresso do conhecimento, ainda mais que a microscopia eletrônica não logrou descobrir aquele suposto corpúsculo individualmente responsabilizado pela transmissão dos caracteres mendelianos e as mais finas e apuradas técnicas citológicas conseguiram distender os cromossômios nos pontos em que o cromonema, fortemente espiralizado, formava os cromômeros, considerados por muitos como sendo os gens. De mais a mais, a bioquímica, muito desenvolvida nos dias que correm, provou, que, de conformidade com uma opinião manifestada há quase 30 anos, as partículas encontradas no corpo dos cromossômios "nada mais significam do que simples moléculas ou agregados moleculares" (12).

Considerar o cromossômio como um rosário de moléculas de DNA é pôr a genética num beco sem saída. Sim, porque quando o cromossômio era considerado um rosário de gens e o gen uma entidade hipotética, a dialética do geneticista, atribuindo a este último as propriedades que bem quisesse, punha-o, mesmo que arbitrariamente, em condições de corresponder aos fatos observados. É claro que um gen que altera a composição química da hemoglobina do sangue de um mamífero num determinado ponto da molécula, deve ser fundamentalmente distinto daquele que suprime a cauda do animal. Mas, se ao longo do corpo dos cromossômios sô encontramos moléculas de DNA, a coisa muda muito de figura. E isso porque a uma substância química que existe de fato não se pode atribuir propriedade alguma além daquelas que a substância realmente

Não é possível, nas poucas páginas de que disponho, oferecer sequer um resumo da extensa argumentação desenvolvida para demonstrar, de um lado, que não existe gen corpuscular e de outro, que o cromossômio é a verdadeira unidade genética. Por isso, vou apenas referir-me a alguns pontos que reputo essenciais.

Começarei afirmando que no decurso do desenvolvimento embrionário, dá-se primeiro uma quemodiferenciação do citoplasma das células e depois uma divisão do organismo em áreas de valor prospectivo diferente, cada uma das quais influenciando de modo específico sobre a morfologia dos órgãos que se constituem dentro de seus respectivos limites. Sendo equivalentes os núcleos das células das diversas áreas e diferentes os órgãos nelas formados, segue-se que os núcleos trabalham diferentemente nas diversas regiões e que essa diferença de atividades é regulada por fatores extranucleares. Daí a conclusão corroborada pelos dados da embriologia experimental, que os cromossômios trabalham diferentemente nas diferentes partes do corpo. (Discussão e literatura em 19, 31, 41, 57). Ora, se um dado cromossômio pode exercer diferentes atividades em diferentes meios, segue-se que a divisão de seu corpo em tantos loci distintos quantas as intervenções específicas por ele executadas na caracterização do organismo, torna-se inteiramente desnecessária. É assim, um cromossômio para colorir em púrpura os olhos de um inseto, dar-lhe um tegumento inteiramente negro e reduzir-lhe as asas a meros vestígios, não precisa possuir três gens. Basta que, funcionando como um todo, ele trabalhe diferentemente nos olhos, no tegumento e nas asas.

O simples fato dos fragmentos cromossômicos não poderem viver sem o centrômero demonstra que no corpo dos cromossômios não existem aqueles corpúsculos ativos responsáveis pela sua multiplicação.

A coincidência dos cromômeros correspondentes quando os homólogos se juntam na meiose e a coincidência dos discos dos cromossômios politênicos dos Dípteros nos casos de inversão de segmentos cromossômicos...

formação de características alças, falam de maneira conclusiva a favor de uma atração específica de pontos. Entretanto, uma atração global desenvolvida pelos cromossômios homólogos, da mesma natureza da que se exerce entre os gametas que copulam ou os microorganismos que se conjugam e como aquela, devida à atuação de substâncias químicas semelhantes aos gamônios, daria igualmente conta do pareamento. A coincidência das partes seria consequência da justaposição dos centrômeros e do pareamento dos cromossômios segundo a polaridade. A inversão dessa polaridade num segmento mediano de um dos parceiros e a descontinuidade da faixa de pareamento no segmento invertido dão perfeitamente conta da formação das características alças, sem que seja necessário apelar para uma atração ponto-por-ponto.

A fisiologia do pareamento foi comparada à conjugação dos Ciliados (41). Assim como nestes há variedades que se não conjugam, também na célula em meiose cromossômios há que se não pareiam (cromossômios heterólogos). Os cromossômios homólogos, um de origem paterna e outro de origem materna, são como os Ciliados de clones diferentes, que constituem os tipos de pareamento.

A existência indubitável de gradientes químicos ao longo dos cromossômios faz com que êsses organóides não possuam em toda a sua extensão dois pontos exatamente da mesma constituição. Com isso se explica o "crossing over" sem a necessidade de se admitir a existência de corpúsculos especificamente distintos.

Alterações nos gradientes e na polaridade dos cromossômios, são a causa dos efeitos de posição.

Em suma, o cromossômio, incontestavelmente uma unidade morfológica que não se deixa decompor em organelas mais simples, é também uma unidade funcional. Como tal, desempenha as suas atividades genéticas funcionando como um todo nas diferentes situações em que trabalha no organismo em desenvolvimento. Assim, o cromossômio 1-1 da *Drosophila*, que, de conformidade com a genética clássica, carrega um gen responsável pela cor negra do corpo (n),

outro pela púrpura dos olhos (p) e um terceiro pelos vestígios das asas (v), cada um dos quais ocupando uma posição definida (*locus*) ao longo do seu comprimento, de acordo com a nova concepção trabalha diferentemente nos diferentes discos imaginiais da larva, para, funcionando sempre como um todo, desenvolver as atividades que lhe cabem na determinação daqueles caracteres.

Uma mutação num ponto transforma um todo primitivo em um todo inteiramente novo em relação a determinadas propriedades genéticas.

GOLDSCHMIDT, numa série de obras notáveis, advoga magistralmente a teoria do cromossômio-unidade (3, 4, 5). Uma vez que a argumentação oferecida contra a teoria do gen conta-de-rosário e a favor da teoria do cromossômio-unidade não foi refutada nem aqui, nem nos Estados Unidos, nem em parte alguma, pode-se concluir achar-se esta última solidamente fundamentada. Aliás, em um curso de extensão sobre "Genética sem gen" ministrado nesta Cadeira durante os meses de setembro e outubro de 1959, nenhuma voz se levantou para rebater os argumentos apresentados em favor da nova concepção.

BIBLIOGRAFIA

1. BRIEGER, F.G. & E.A. GRANER. On the cytology of *Tityus bahiensis* with special referenceto meiotic prophase. *Genetics* 28: 269-274. 1943.
2. CLAUS, G. La formule chromosomique du *Grylloidea Eneoptera surinamensis* De Geer et le comportement des chromosomes sexuels de cette espèce au cours de la spermatogenèse. *Ann. Sc. Nat., Zool.* 11e Sér. 18: 63-106. 1956.
3. GOLDSCHMIDT, R. *Physiological Genetics*, Mc Graw Hill -Book Comp. Inc. New York and London. IX - 375 pp 1938.

4. GOLDSCHMIDT, R. The material basis of Evolution. Yale Un. Press. New Haven. XI-436. 1940.
5. GOLDSCHMIDT, R. Theoretical Genetics. Un. California Press. Berkeley, Los Angeles. X-563. 1955.
6. HUGHES-SCHRADER, S. and H. RIS. The diffuse spindle attachment of coccids, verified by the mitotic behavior of induced chromosome fragments. J. Exp. Zool. 87: 429-456. 1941.
7. PIZA, S. DE TOLEDO. Da prosódia e da grafia de alguns termos técnicos. O Solo (Pirac.), 19(4): 37 - 38. 1927.
8. PIZA, S. DE TOLEDO. Sobre a origem e a significação do vocábulo "gen". Rev. Agr. (Pirac.), 3(5-6): 36. 1928.
9. PIZA, S. DE TOLEDO. Vocábulos Técnicos. Rev. Agr. (Pirac.), 3 (9-10): 38. 1928.
10. PIZA, S. DE TOLEDO. Sobre alguns vocábulos técnicos de origem grega. O Solo (Pirac.), 20(5): 39-41. 1928.
11. PIZA, S. DE TOLEDO. Vocabulário técnico. Pronúncia, origem e significação de alguns vocábulos usados em ciência. O Solo (Pirac.), 20 (13-14): 29-30. 1928.
12. PIZA, S. DE TOLEDO. Localização dos fatores na linha nuclear como base de uma nova teoria sobre a hereditariedade. Irmãos Perches & Cia. Piracicaba, 98 pp., 7 figs., 1 est. Bibl. 1930.
13. PIZA, S. DE TOLEDO. Como pronunciar os vocábulos técnicos. Termos usados em Citologia e Genética. Rev. Agr. (Piracicaba), 10(9-10): 306-367. 1935.

14. PIZA, S. DE TOLEDO. Moderna concepção do cromossômo como base de uma nova teoria da hereditariedade. Rev. Agr. 13 (10-11-12): 453-462. 1938.
15. PIZA, S. DE TOLEDO. Considerações em torno da meiose do *Tityus bahiensis* (Scorpiones-Buthidae) e uma nova teoria sôbre a movimentação dos cromossômios. Journ. Agr. 2(6): 343-370. 1939.
16. PIZA, S. DE TOLEDO. Comportamento dos cromossômios na primeira divisão do espermatócito do *Tityus bahiensis*. Sciencia Genetica, 1(2-3): 255-261. Torino. 1939.
17. PIZA, S. DE TOLEDO. Poliploidia natural em *Tityus bahiensis* (Scorpiones) associada a aberrações cromossômicas espontâneas. Rev. Biol. Hig. 10: 143 - 155. 1940.
18. PIZA, S. DE TOLEDO. Bases para uma futura compreensão dos cromossômios. Rev. de Agr. 16: 104-117. 1941.
19. PIZA, S. DE TOLEDO. O citoplasma e o núcleo no desenvolvimento e na hereditariedade. Tip. do Journ. Pirac. 146 ps. 27 figs. 1941.
20. PIZA, S. DE TOLEDO. Genética sem gens. A Biol. Educ. 4 (9): 1-3. 1941.
21. PIZA, S. DE TOLEDO. Chromosomes with two spindle attachments in the brazilian scorpion (*Tityus bahiensis* Perty). Jour. Her. 32 (12): 423 - 426. 1941.
22. PIZA, S. DE TOLEDO. Dorso-ventralidade dos cromossômios. Rev. Agr. 17 (3-4): 154-168. 1942.
23. PIZA, S. DE TOLEDO. Breves considerações em torno dos vocábulos "gen" e "cromossômio". Rev. Agr. 18(1-2): 109-112. 1943.

24. PIZA, S. DE TOLEDO. Fatos velhos e novos em favor da teoria do cromossômio-unidade. Rev. Agr. 18 (3-6): 191-207. 1943.
25. PIZA, S. DE TOLEDO. Meiosis in the male of the brazilian scorpion *Tityus bahiensis*. Rev. Agr. 18 (7-8): 249-276. 1943.
26. PIZA, S. DE TOLEDO. A propósito da meiose do *Tityus bahiensis*. Rev. Agr. 18 (9-10): 351-369. 1943.
27. PIZA, S. DE TOLEDO. The uselessness of the spindle fibers for moving the chromosomes. Am. Nat. 77: 442-472. 1943.
28. PIZA, S. DE TOLEDO. Cromossômios do *Tityus* (com exibição de pranchas). Rev. Agr. 18 (11-12): 455-457. 1943.
29. PIZA, S. DE TOLEDO. Em tórno do gen corpuscular. (A propósito de um conferência do Prof. Dobzhansky) Rev. Agr. 19 (1-2): 26-50. 1944.
30. PIZA, S. DE TOLEDO. A case of spontaneous end-to - end permanent union of two non homologous chromosomes in the brazilian scorpion *Tityus bahiensis* accompanied by irregularities in pairing. Rev. Agr. 19: 133-147. 1944.
31. PIZA, S. DE TOLEDO. Hereditariedade da homeose. An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 1: 107-137. 1944.
32. PIZA, S. DE TOLEDO. Estudos citológicos em Hemípteros da Família Coreidae. Anais da Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 2: 119-148. 1945.
33. PIZA, S. DE TOLEDO. Comportamento de heterocromossômio em alguns Ortópteros do Brasil. Anais Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 2: 173-207. 1945.

34. PIZA, S. DE TOLEDO. Comportamento dos cromossômios na meiose de *Euryophthalmus rufipennis* (Hemipt. - Pyrrhocoridae). An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 3: 27-54. 1946.
35. PIZA, S. DE TOLEDO. Notas sôbre a meiose de *Pachylis* (Hemipt.-Coreidae). An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 3: 55-67. 1946.
36. PIZA, S. DE TOLEDO. Uma nova modalidade de sexo-determinação no grilo sul-americano *Eneoptera surinamensis*. An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 3: 69-88. 1946.
37. PIZA, S. DE TOLEDO. Provas adicionais da dicentricidade dos cromossômios dos Hemípteros. An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 3: 90-97. in col. c. A. Z_amith. 1946.
38. PIZA, S. DE TOLEDO. Nota prêvia sôbre a meiose de *Corizus* (Liorhyssus) *hyalinus* (Fabr.) (Hemíptera - Corizidae). An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 3: 141-148. 1946.
39. PIZA, S. DE TOLEDO. Soldadura por uma das extremidades de dois cromossômios homólogos do *Tityus*. An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 3: 339-346. 1946.
40. PIZA, S. DE TOLEDO. Aspectos interessantes observados na meiose de alguns Hemípteros. An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 3: 147-162. 1946.
41. PIZA, S. DE TOLEDO. Dissecando o gen. An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 4: 102-167. 1947.
42. PIZA, S. DE TOLEDO. Notas sôbre cromossômios de alguns escorpiões brasileiros. An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 4: 169-176. 1947.
43. PIZA, S. DE TOLEDO. Interessante comportamento dos cromossômios na espermatogênese do escorpião *Isometrus maculatus* De Geer. An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de

44. PIZA, S. DE TOLEDO. Uma raça cromossômica natural de *Tityus bahiensis* (Scorpiones-Buthidae). An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 4: 183-192. 1947.
45. PIZA, S. DE TOLEDO. Primeiras observações sobre os cromossômios de *Tityus trivittatus* Krpl. (Scorpiones-Buthidae). Rev. Agr. 23 (5-6): 177-180. 1948.
46. PIZA, S. DE TOLEDO. Uma nova raça cromossômica natural de *Tityus bahiensis* (Scorpiones-Buthidae). Rev. Agr. 23 (5-6): 181-186. 1948.
47. PIZA, S. DE TOLEDO. Variações cromossômicas do *Tityus bahiensis* de São Joaquim. Rev. Agr. 23 (5-6): 187-194. 1948.
48. PIZA, S. DE TOLEDO. Chromosomal races and types of scorpions. Abstract Book. Eighth International Congress of Genetics. Stockholm. Pág. 104. 1948.
49. PIZA, S. DE TOLEDO. "Ouro Preto", nova e interessante raça cromossômica de *Tityus bahiensis* (Scorpiones-Buthidae). Scientia Genetica 3(2): 147 - 159. 1949.
50. PIZA, S. DE TOLEDO. Chromosomal races and types of scorpions. (Exhibits). Proc. Eighth Intern. Congr. of Genetics. Supl. Vol. of Hereditas. Lund. Págs. 675-677. 1949.
51. PIZA, S. DE TOLEDO. Cromossômio ou cromatossoma. O Solo, 41: 5-13. 1949.
52. PIZA, S. DE TOLEDO. Variações cromossômicas do *Tityus bahiensis* de Ribeirão Preto. Ciência e Cultura 2 (1): 57-59. 1950.
53. PIZA, S. DE TOLEDO. Primeiras observações sobre a citologia de Fâsmidas brasileiros. Scientia Genetica 3 (3-4): 227-235. 1950.

54. PIZA, S. DE TOLEDO. Observações cromossômicas em escorpiões brasileiros. *Ciência e Cultura* 2 (3):202-206. 1950.
55. PIZA, S. DE TOLEDO. Mais um tipo cromossomal de *Tityus bahiensis* de Ribeirão Preto. *Rev. Agr.* 25 (11-12): 405-407. 1950.
56. PIZA, S. DE TOLEDO. The present status of the question of the kinetochore. *Gen. Iber.* 2 (2-3): 193-199. 1950.
57. PIZA, S. DE TOLEDO. A agonia do gen. *An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz"*, 8: 433-636. 1951.
58. PIZA, S. DE TOLEDO. Primeiras observações sobre os cromossômios do *Tityus metuendus* Pocock (Scorpionnes, Buthidae). *Scientia Genetica*, 4 (3): 162-167. 1952.
59. PIZA, S. DE TOLEDO. A respeito de "cromatossoma". *O Solo* 44 (3): 31-39. 1952.
60. PIZA, S. DE TOLEDO. Provas cruciais da dicentricidade dos cromossômios dos Hemípteros. *An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz"*, 10: 155-186. 1953.
61. PIZA, S. DE TOLEDO. Provas cruciais da dicentricidade dos cromossômios dos Hemípteros. *Resumo. Ciência e Cultura*, 6 (4): 198. 1954.
62. PIZA, S. DE TOLEDO. Notable geographical expansion of a peculiar type of chromosomal constitution of the cosmopolitan scorpion *Isometrus maculatus*. *Arq. Mus. Nac.* 42: 611-612. 1956.
63. PIZA, S. DE TOLEDO. Cromossômio, unidade genética. *Rev. Agr.* 31: 1-27. 1956.
64. PIZA, S. DE TOLEDO. Comportamento dos cromossômios na espermatogênese de *Microtomus conspiciellaris* (Drury) (Hemiptera-Reduviidae). *Rev. Agr.* 32 (1):

65. PIZA, S. DE TOLEDO. The chromosomes of *Rhopalurus* (Scorpiones-Buthidae). Can. Entomol. 89 (12): 565-568. 1957.
66. PIZA, S. DE TOLEDO. "Chariesterus armatus" filling a gap in the story of hemipteran chromosomes. Rev. Brasil. Biol. 17 (4): 541-546. 1957.
67. PIZA, S. DE TOLEDO. Contribution of *Scaptocoris castaneus* to the kinetochore problem in Hemiptera. Cytologia 22: 404-411. 1957.
68. PIZA, S. DE TOLEDO. Cytological studies on Brazilian Blattidae. Caryologia, 10: 415-442. 1958.
69. PIZA, S. DE TOLEDO. Some interesting aspects of male meiosis in an elaterid beetle. Caryologia, 11: 72-78. 1958.
70. PIZA, S. DE TOLEDO. Os gens trabalham diferentemente nas diferentes partes do corpo. Rev. Agr. 33 (3): 129-132. 1958.
71. PIZA, S. DE TOLEDO. Normally dicentric insect chromosomes. Proc. Tenth Intern. Congr. Entom., 2: 945-951. 1958.
72. RHOADES, M. & W.E. KERR. A note on centromere organization. Proc. Nat. Ac. Sc., 35 (3): 129 - 132. 1949.
73. SCHRADER, F. Notes on the meiotic behavior of long chromosomes. Cytol., 6: 422-430. 1935.